



**İSKENDERUN TEKNİK**  
ÜNİVERSİTESİ

T.C.

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PLAK ve ASMOLEN DÖŞEMELERİN YAPI MALİYETİNE ETKİSİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Bünyamin AKYOL**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZ**

**HATAY**  
**OCAK-2017**



T.C.  
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLAK ve ASMOLEN DÖŞEMELERİN  
YAPI MALİYETİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Bünyamin AKYOL**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY  
OCAK-2017**

T.C.  
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLAK ve ASMOLEN DÖŞEMELERİN  
YAPI MALİYETİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Bünyamin AKYOL**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doç. Dr. Murat BİKÇE danışmanlığında hazırlanan bu tez 12/01/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Murat BİKÇE  
Başkan (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Selçuk KAÇIN  
Üye

Yrd. Doç. Dr. Tarık BARAN  
Üye

Kod No:31

**Doç.Dr.Mustafa DEMİRCİ**  
**Enstitü Müdürü**

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

12/01/2017

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yüksek Öğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

**Bünyamin AKYOL**

## ÖZET

### PLAK ve ASMOLEN DÖŞEMELERİN YAPI MALİYETİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Ülkemizde yaygın olarak asmolen ve plak tiplerde döşeme kullanılmaktadır. Tasarımcılar bu tipten birini çeşitli nedenlerle seçerken, bu tercihten dolayı oluşan maliyet farkı genellikle hesaplanmamaktadır. Öte yandan iki tip arasında maliyet farkı için çok geniş aralıklar ifade edilmektedir. Bu iki döşeme tipi için maliyet farklarının ortaya konulmasının amaçlandığı bu çalışmada, öncelikle parametrik incelemelerden elde edilen çalışma sonuçları sunulmuştur. Planda x ve y yönlerinin her biri için dört açıklığa kadar değişim dikkate alınırken, düşeyde on kata kadar artış da bir diğer değişken olarak dikkate alınmıştır. Dolgu duvar ve kaplama ağırlıkları dikkate alınmaz iken taşıyıcı sistemde minimum kesitler seçilerek karşılaştırma yapılmıştır. ideCAD Statik programı kullanılarak modellen yapının, TS500 ve DBYBHY 2007 deprem yönetmeliğine göre statik ve dinamik analizleri yapılmıştır. Yapılan parametrik çalışma sonucuna göre; asmolen döşemenin plak döşemeye göre %10,49-21,93 oranında fazla maliyete neden olduğu tespit edilmiştir.

Daha sonra uygulamadaki durumları incelemek üzere; beşi asmolen ve beşi plak döşeme tipinde güncel deprem yönetmeliğine göre tasarlanarak inşa edilmiş toplam on yapı seçilerek, döşemelerinin diğer döşeme tipine dönüştürülmesi sonucunda oluşan maliyet farkları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; tüm yapı tiplerinde asmolen döşemeler plak döşemelere göre %1,33-15,37 oranında daha fazla maliyete neden olduğu, asmolen döşemeli projelerde tasarımcıların maliyeti düşürebilmek için taşıyıcı sistem boyutlarını asgari ve yeter güvenlik düzeyinde tasarladıkları görülmüştür. Ayrıca, hem parametrik hem de seçilen gerçek yapılar için asmolen döşeme tasarımına bağlı maliyet artışlarını gösteren doğrusal eğriler bu çalışmada gösterilmiştir.

2017, 78 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Asmolen döşeme, plak döşeme, maliyet analizi, karşılaştırma

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE EFFECT ON CONSTRUCTION COST ON SOLID PLATE and RIBBED (HOLLOW BLOCK) SLAB

Filler-joist and plaque types of flooring are widely used in our country. While designers choose one of these types for a variety of reasons, the resulting cost difference is usually not calculated. On the other hand, very wide ranges are expressed for the cost difference between the two types. In this study aiming to reveal the cost differences for these two floor types, firstly the results of the study obtained from the parametric examinations are presented. For each of the x and y directions the change up to four openings is considered in the plan, while the elevation up to ten vertices is considered as another variable. While the filler wall and coating weights were not taken into account, the comparison was made by selecting minimum sections in the carrier system. Modeled using IdeCAD Static program, static and dynamic analyzes of the structure were made according to TS500 and DBYBHY 2007 earthquake regulations. According to the parametric study result; It has been determined that filler-joist flooring costs %10,49-21,93 more compared to the plaque flooring.

Then to examine the situation in practice; a total of ten buildings, five filler-joist type and five plaque type, constructed according to the current earthquake regulations were selected and the cost differences resulting from the conversion of the flooring to the other type were examined. According to the results obtained; it has been observed that in all types of buildings, filler-joist floors cost by %1,33-15,37 more than plaque floors, and in filler-joist flooring projects, designers often design their building elements above adequate dimensions for safety. In addition, linear curves showing cost increases due to filler-joist flooring design for both parametric and selected real constructions are shown in this study.

2017, 78 pages

**Keywords:** Filler-joist flooring, plaque flooring, cost analysis, comparison

## TEŐEKKÖR

Yüksek lisans tez çalışmamın her adımında bana araştırma olanağı sağlayan ve sağlıklı sonuçlara ulaşılmasında kıymetli zamanını benimle paylaşan, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren çok değerli hocam, Sayın Doç. Dr. MURAT BİKÇE'ye müteşekkirim.

Bu çalışmamda bana projeleriyle destek olan inşaat teknikeri İsmail Muzaffer KINALI'ya, inşaat mühendisi İsmail APAK'a, inşaat mühendisi Züleyha APAK'a ve Arş. Gör. M. Musab ERDEM'e olmak üzere tüm inşaat mühendisliği bölümü öğretim üyelerine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması sırasındaki desteklerinden ve sabırlarından ötürü ve en önemlisi beni bugünlere getiren çok sevdiğim babam Şehmus AKYOL'a ve annem Hude AKYOL'a sonsuz teşekkür ederim. Siz olmasaydınız bulunduğum yerde olamazdım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALARDİZİNİ .....	IX
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	1
1.2. Döşemeler .....	2
1.2.1. Kirişli Döşemeler .....	2
1.2.1.1. Bir Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler (Hurdi) .....	3
1.2.1.2. İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler (Dal) .....	3
1.2.2. Kirişsiz Döşemeler .....	4
1.2.3. Dişli Döşemeler .....	5
1.2.3.1. Bir Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler .....	5
1.2.3.1.1. Dolgunsuz Dişli Döşeme (Nervürlü Döşeme) .....	5
1.2.3.1.2. Dolgu Bloklı Dişli Döşeme (Asmolen Döşeme) .....	6
1.2.3.2. İki Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler (Kaset Döşeme) .....	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	13
4. YAPI MALİYETİNE DÖŞEME TİPİ ETKİLERİNİN PARAMETRİK OLARAK ARAŞTIRILMASI .....	14
4.1. İncelenen Yapı Özellikleri .....	14
4.1.1. Analizlerde Dikkate Alınan Kabuller, Sabitler ve Değişkenler .....	14
4.1.2. Analitik Modelleme .....	15
4.2. Parametrik Sonuçlar .....	30
4.3. Parametrik Çalışma Maliyet Analizlerinden Elde Edilen Bulgular .....	41
5. TASARLANMIŞ GERÇEK YAPILARDA ASMOLEN/PLAK DÖŞEME DÖNÜŞÜMLERİNİN YAPI MALİYETİNE ETKİSİ .....	48
5.1. İncelenen Gerçek Yapılar .....	48
5.2. Analiz Bilgileri .....	69
5.3. Analiz Sonucu Elde Edilen Maliyet Mukayeseleri .....	70
5.4. Gerçek Yapıların Maliyet Analizlerinden Elde Edilen Bulgular .....	74
6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....	76
KAYNAKLAR .....	77
ÖZGEÇMİŞ .....	78



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kirişli döşeme (Topçu, 2016) .....	3
Şekil 1.2. Kirişsiz döşeme örnekleri (Topçu, 2016) .....	4
Şekil 1.3. Dolgusuz dişli döşeme.....	5
Şekil 1.4. Dolgu bloklu dişli döşeme (insaathaber.org, 2016) .....	6
Şekil 1.5. İki doğrultuda çalışan dişli döşemeler.....	7
Şekil 4.1a: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x1 açıklıklı).....	16
Şekil 4.1b: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x2 açıklıklı).....	17
Şekil 4.1c: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x3 açıklıklı).....	18
Şekil 4.1d: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x4 açıklıklı).....	19
Şekil 4.1e: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (2x4 açıklıklı).....	20
Şekil 4.1f: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (3x4 açıklıklı) .....	21
Şekil 4.1g: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (4x4 açıklıklı).....	22
Şekil 4.2a: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x1 açıklıklı) .....	23
Şekil 4.2b: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x2 açıklıklı).....	24
Şekil 4.2c: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x3 açıklıklı) .....	25
Şekil 4.2d: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x4 açıklıklı).....	26
Şekil 4.2e: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (2x4 açıklıklı) .....	27
Şekil 4.2f: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (3x4 açıklıklı) .....	28
Şekil 4.2g: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (4x4 açıklıklı).....	29
Şekil 4.3a: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (1 katlı) .....	35
Şekil 4.3b: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (2 katlı) .....	35
Şekil 4.3c: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (3 katlı) .....	35
Şekil 4.3d: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (4 katlı) .....	36
Şekil 4.3e: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (5 katlı) .....	36
Şekil 4.3f: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (6 katlı).....	36
Şekil 4.3g: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (7 katlı) .....	37
Şekil 4.3h: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (8 katlı) .....	37
Şekil 4.3i: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (9 katlı) .....	37
Şekil 4.3j: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (10 katlı).....	38
Şekil 4.4.a: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x1 açıklıklı).....	38
Şekil 4.4.b: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x2 açıklıklı).....	39
Şekil 4.4.c: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x3 açıklıklı).....	39
Şekil 4.4.d: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x4 açıklıklı).....	39
Şekil 4.4.e: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (2x4 açıklıklı).....	40
Şekil 4.4.f: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (3x4 açıklıklı).....	40
Şekil 4.4.g: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (4x4 açıklıklı).....	40
Şekil 4.5a: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x1 açıklıklı) .....	41

Şekil 4.5b: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×2 açıklıklı) .....	41
Şekil 4.5c: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×3 açıklıklı) .....	42
Şekil 4.5d: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×4 açıklıklı) .....	42
Şekil 4.5e: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (2×4 açıklıklı) .....	42
Şekil 4.5f: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (3×4 açıklıklı) .....	43
Şekil 4.5g: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (4×4 açıklıklı) .....	43
Şekil 4.6a: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×1 açıklıklı) .....	44
Şekil 4.6b: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×2 açıklıklı) .....	44
Şekil 4.6c: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×3 açıklıklı) .....	45
Şekil 4.6d: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×4 açıklıklı) .....	45
Şekil 4.6e: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (2×4 açıklıklı) .....	46
Şekil 4.6f: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (3×4 açıklıklı) .....	46
Şekil 4.6g: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (4×4 açıklıklı) .....	47
Şekil 5.1. Bina kodu A için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	49
Şekil 5.2. Bina kodu A için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	50
Şekil 5.3. Bina kodu A olan yapının modeli .....	50
Şekil 5.4. Bina kodu B için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	51
Şekil 5.5. Bina kodu B için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	51
Şekil 5.6. Bina kodu B olan yapının modeli .....	52
Şekil 5.7. Bina kodu C için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	53
Şekil 5.8. Bina kodu C için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	54
Şekil 5.9. Bina kodu C olan yapının modeli .....	55
Şekil 5.10. Bina kodu D için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	56
Şekil 5.11. Bina kodu D için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	57
Şekil 5.12. Bina kodu D olan yapının modeli .....	58
Şekil 5.13. Bina kodu E için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	59
Şekil 5.14. Bina kodu E için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	60
Şekil 5.15. Bina kodu E olan yapının modeli .....	61
Şekil 5.16. Bina kodu F için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	61
Şekil 5.17. Bina kodu F için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	62
Şekil 5.18. Bina kodu F olan yapının modeli .....	62
Şekil 5.19. Bina kodu G için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	63
Şekil 5.20. Bina kodu G için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	63
Şekil 5.21. Bina kodu G olan yapının modeli .....	64
Şekil 5.22. Bina kodu H için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	64
Şekil 5.23. Bina kodu H için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	65
Şekil 5.24. Bina kodu H olan yapının modeli .....	65
Şekil 5.25. Bina kodu I için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	66
Şekil 5.26. Bina kodu I için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	66
Şekil 5.27. Bina kodu I olan yapının modeli .....	67
Şekil 5.28. Bina kodu J için plak döşemeli haline ait kalıp planı .....	68
Şekil 5.29. Bina kodu J için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı .....	68

Şekil 5.30. Bina kodu J olan yapının modeli.....	69
Şekil 5.31. Döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen binalara ait maliyetler.....	71
Şekil 5.32. Döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen yapılarda asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları.....	71
Şekil 5.33. Döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen binalara ait maliyetler.....	72
Şekil 5.34. Döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen yapılarda plak döşemenin asmolen döşemeye göre maliyet fazlalık oranları.....	72
Şekil 5.35. Seçilen tüm binalara ait maliyetler.....	73
Şekil 5.36. Seçilen tüm yapılarda asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları.....	73
Şekil 5.37. Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet değişimini gösteren doğrusal eğri.....	74

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı .....	9
Çizelge 2.2. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı .....	9
Çizelge 2.3. 8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı .....	10
Çizelge 2.4. 2,5 ve 8 katlı asmolen ve kirişli döşemelerde beton ve kalıp miktarı .....	10
Çizelge 2.5. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	10
Çizelge 2.6. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	11
Çizelge 2.7. 8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri.....	11
Çizelge 4.1. Kullanılan Yapı Malzemelerinin Güncel Fiyatları.....	15
Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi .....	30
Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı) .....	31
Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı) .....	32
Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi .....	32
Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı) .....	33
Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı) .....	34
Çizelge 5.1. Seçilen yapıların teknik özellikleri.....	48
Çizelge 5.2. Yapı malzemelerinin hesaplarda kabul edilen fiyatları .....	70

## SİMGELER ve KISALTMALARDIZINI

### SİMGELER

n	: Yapının oluştuğu kat sayısı
u	: Deprem hareketinin paralel yayılma yönü
v	: Deprem hareketinin dik yayılma yönü
xyz	: Kartezyen koordinat sistemin
uvw	: Yerel koordinat sistemi
h(i)	: i. katta kat yüksekliği
$\theta$	: uvw ve xyz arasındaki belirlenen açı
T	: Periyot
$S_a(g)$	: Spektral İvme Katsayısı
$f_m$	: Malzemenin basınç dayanımı
$\tau$	: Malzemenin kayma dayanımı
g	: Malzemenin güvenlik katsayısı
$f_{ck}$	: Dolgu betonun karakteristik basınç dayanımı
$f_{cvk}$	: Dolgu betonun karakteristik kesme dayanımı
$f_d$	: Duvar basınç dayanımı (MPa)
$f_{em}$	: Duvar basınç dayanımı (MPa)
H,B	: Duvar elemanı boyutları
A	: Dolu duvar parçasının yatay en kesit alanı (m <sup>2</sup> )
E	: Malzemenin elastisite modülü
G	: Malzemenin kayma modülü
W	: Malzemenin birim hacim ağırlığı
K	: Rijitlik katsayısı
$\tau_{em}$	: Duvar kayma emniyet gerilmesi (MPa)
$\tau_0$	: Duvar çatlama emniyet gerilmesi (MPa)
$\mu$	: Sürtünme katsayısı
s	: Düşey yükler altında duvarda oluşan gerilme (MPa)
$E_d$	: Duvar yapımında kullanılan kagir birimlerin elastisite modülü (MPa)
S	: Zemin parametresi
$T_A, T_B,$	: Zemin sınıfına ait karakteristik periyotları
S	: Zemin parametresi
$k_1, k_2, k_{d1}, k_{d2}$	: Belirli aralıklar için şekil katsayıları
$\beta_0$	: %5 sönüm için spektral ivme yükseltme katsayısı
$S_e(T)$	: Elastik spektrum değerleri
$\eta$	: Sönüm oranına bağlı düzeltme değeri
$a_g$	: Deprem bölgelerine göre değişen hesap yer ivmesi
h	: Dolu duvar parçasının her iki yanındaki boşlukların yüksekliğinin en küçük olanı (m)

### KISALTMALAR

DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)
EC8	: Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı (Avrupa Standardı)

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Hem düşey hem de deprem gibi yatay yükleri yapının düşey taşıyıcı elemanlarına aktaran döşemeler, kalınlıkları diğer iki boyutuna göre ihmal edilebilir düzeyde olduklarından genellikle iki boyutlu olarak kabul edilir. Ayrıca, aynı katların eşit yer değiştirme ve dönme yapmasını sağlamaları nedeniyle, analizlerde dikkate alınan rijit diyafram kabulünü destekleyen elemanlardır (Punmia, 2005; Ersoy, 1995).

Döşeme türleri üçe ayrılır; Birincisi, kirişli veya diğer adıyla plak döşemedir ki; ülkemizde kullanılan en yaygın döşeme tipidir. Bir doğrultuda veya iki doğrultuda olmak üzere iki şekilde yük aktarırlar. İkincisi, dişli/nervürlü döşemelerdir. Bir veya iki doğrultuda çalışan ve küçük kirişlerin sık teşkil edilmesiyle tasarlanan bu döşemede tipinde, kirişler arasının hafif malzeme ile doldurulması halinde asmolen döşeme olarak adlandırılırlar. Asmolen döşeme tipinin dezavantajlarının yanı sıra; büyük açıklıkların rahat geçilmesi, kalıp maliyetinin düşmesi, kiriş çıkıntılarının olmadığı düz bir tavanın elde edilmesi ve böylelikle istenilen yerde bölme duvarlarının yapılabilmesi gibi mimari tercihler nedeniyle, kullanımı azımsanmayacak ölçüdedir. Üçüncüsü, kirişsiz döşeme tipidir. Yatay ve düşey yükün doğrudan doğruya düşey taşıyıcı elemanlara aktarıldığı bu döşeme türünün kullanımı ülkemizde yaygın değildir.

Plak döşemeli sistemler, yüksek diyafram rijitliği, gerekli yanal direnç ve ötelenme rijitliği gibi olgular nedeniyle yapının sünekliğinde çok ciddi rol oynadığı ve modal analiz sonuçlarını etkilediği bilinmektedir (Aygün, 2007). Asmolen döşemeler, plak döşemelere göre daha ağırdır ve rijitliği farklıdır. Diş doğrultusunda döşemeler rijit davranırken, diş dik doğrultudaki kirişlere dişler oturmadığı için bu yöndeki yeterli rijitliğin sağlanmasında sorunlarla karşılaşılabilir.

Yapı tasarımında; sağlamlık, maliyet ve kullanışlı olması üç önemli husustur. Hedeflenen yapının taşıyıcı sistemini oluştururken en ekonomik şekilde güvenli yapı oluşturulmasına özen gösterilmelidir. Seçilen döşeme tipinin yapı maliyetini doğrudan etkileyen bir husus olması nedeniyle, aynı güvenlikteki yapıya daha fazla maliyetle sahip olunmasının önüne geçmek için, tasarımcılar alternatiflere daha fazla dikkat etmelidir. Yapılara etki eden deprem yükleri yapı kütlelerine bağlı olduğundan, dolgulu

dişli döşemeler (asmolen döşeme) plak döşemelere göre daha fazla deprem yüküne maruz kalmaktadır. Dolayısıyla asmolen tip döşemeyle tasarlanmış yapıları, görelî kat ötelenmelerine karşı güvende tutabilmek için düşey taşıyıcı eleman boyutlarında artışa ihtiyaç duyulur ki, bu da maliyete etki edecektir. Yaygın olan kanı; asmolen döşemenin plak döşeme tipine göre daha fazla maliyete sahip olduğudur. Ancak, mimari tercihlerin cezbedici etkisiyle maliyet artışı genellikle tolere edilmektedir. Konu ile alakalı bilimsel bir çalışma bulunmamasına rağmen, maliyet fazlalığının oranı, tasarımcıların özel deneyimlerinden elde ettikleri çok geniş aralıklardaki ölçütlerle forum sitelerinde ifade edilmektedir (Anonim, 2014).

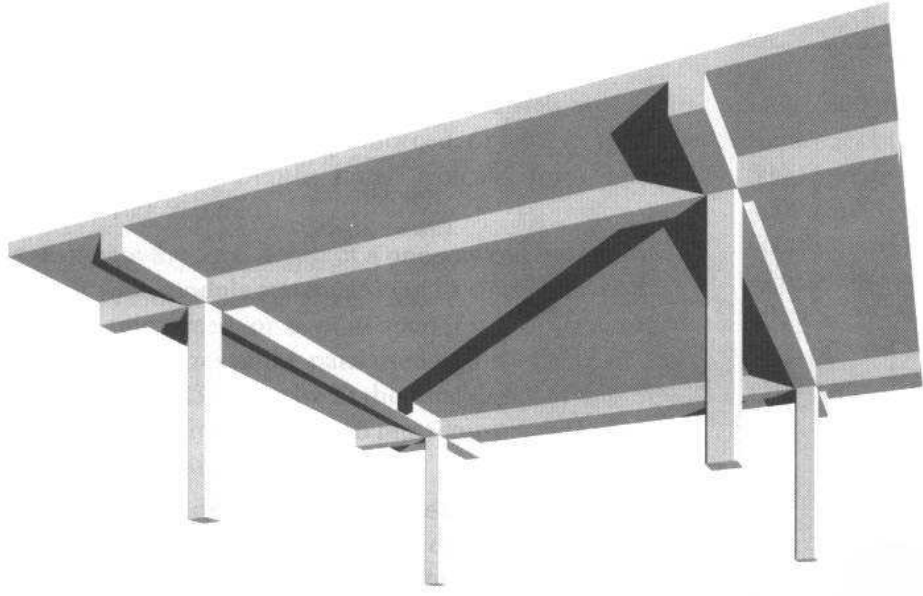
## **1.2. Döşemeler**

Döşemeler, binayı katlarına ayıran ve üzerine gelen yükleri taşıyarak mesnetlere ileten yapı elemanlarıdır. Betonarme döşemelerin mesnetleri betonarme kiriş, kagir duvar veya çelik kiriş olabilir. Döşemelerin betonları genellikle hatıl ve kirişlerle beraber dökülür.

Döşemeler üzerine oturtulduğu mesnetlerin kenarlarının oranları bakımından ve mesnetlere oturma bakımından sınıflandırılırlar (Anonim, 2007).

### **1.2.1. Kirişli Döşemeler**

En az bir kenarı kirişe oturan 8-20 cm kalınlığında bir plaktır. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) genelde tercih edilir. Kısa kenarı 6-7 m olabilir. İnşası kolay ve ekonomiktir. Konut tipi yapılarda en çok kullanılan döşeme tipidir (Topçu, 2016).



Şekil 1.1. Kirişli döşeme (Topçu, 2016)

#### **1.2.1.1. Bir Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler (Hurdi)**

Döşeme alanı dikdörtgen şeklinde, yükü taşıyan mesnet kenarı boylarının birbirine orana ikiden fazla veya yarımdan az olan betonarme döşemelerdir. Mesnet uzun kenarının kısa kenara oranı ikiden fazla,  $L_u/L_k > 2$ , veya kısa kenarın uzun kenara oranı yarımdan az  $L_k/L_u < 0.5$  olan bu döşemeler kısa kenar doğrultusunda çalıştırılır. Tek doğrultuda çalışan bu döşemelere hurdi döşeme de denir. Esas çelikler kısa doğrultuda düz veya bir düz bir pilye olarak yerleştirilir (Anonim, 2007).

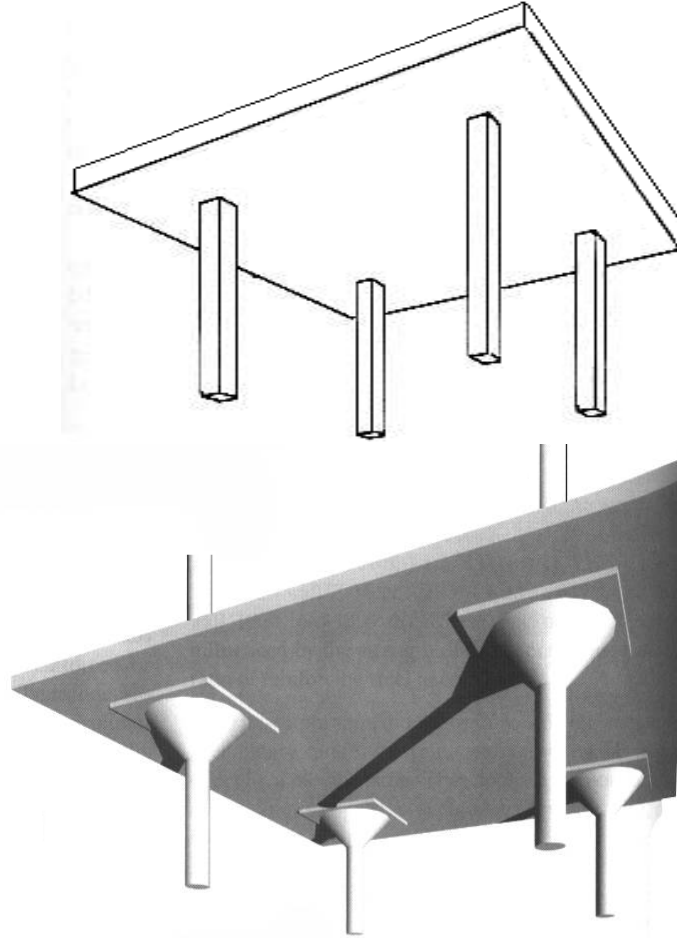
#### **1.2.1.2. İki Doğrultuda Çalışan Kirişli Döşemeler (Dal)**

Döşeme alanı kare veya kenarlar arasındaki uzunluk farkı az olan genellikle dikdörtgen şeklindeki döşemelerdir. Mesnet uzun kenarının kısa kenarına oranı ikiden az,  $L_u/L_k \leq 2$  veya kısa kenarın uzun kenara oranı yarımdan fazla  $L_k/L_u \geq 0.5$  olan bu döşemeler iki doğrultuda çalıştırılır. Çift doğrultuda çalışan bu döşemelere dal döşeme de denir. Dal sisteminde her iki doğrultuda düz ve pilye çelikleri konur. Her iki doğrultuya konulan çelikler çekmeye çalıştırılmasına karşın genellikle kısa doğrultudaki çelikler alta, uzun doğrultudaki çelikler üste konur (Anonim, 2007).



### 1.2.2. Kirişsiz Döşemeler

Kirişleri olmayan, doğrudan kolonlara oturan 30-40 cm kalınlığında bir plaktır. Bunlara mantar döşeme de denir. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) kullanılabilir. Açıklıkları 9-10 m olabilir. Kalıp işçiliği azdır. Sarkan kiriş olmadığından alttan bakıldığında düz bir tavan görünür. İyi bir çerçeve davranışı sergileyemez. Bu döşeme tipinde kolonların plağı delip geçmesi (zımbalama) riski vardır. Ağır yükleri olan döşemelerde (sanayi yapıları, köprü, otopark) zımbalamayı önlemek amacıyla kolona başlık yapılır. Depremde davranışları açısından beklentiyi sağlamakta sıkıntılarla karşılaşıldığından genellikle Türkiye’de tercih edilmemektedir. Bu döşeme tipindeki yapılarda, görelî kat ötelenmelerinde artışın yüksek olmasından ötürü deprem perdeleri düzenlenmelidir (Topçu, 2016).



Şekil 1.2. Kirişsiz döşeme örnekleri (Topçu, 2016)

### 1.2.3. Dişli Döşemeler

#### 1.2.3.1. Bir Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler

##### 1.2.3.1.1. Dolgusuz Dişli Döşeme (Nervürlü Döşeme)

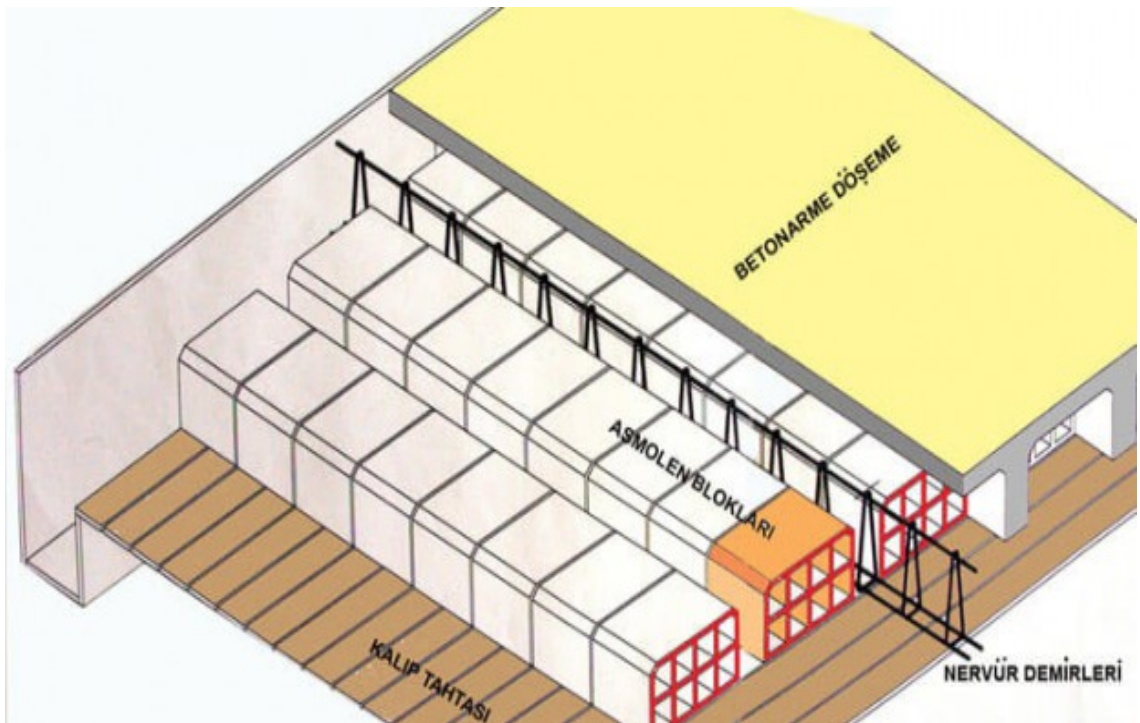
40-70 cm aralıklarla birbirine paralel kirişlerin (dişlerin) ana kirişlere oturtulması ve üzerine çok ince bir plak yapılması ile oluşturulan bir döşemedir. Genellikle, dişlerin genişliği 10-15 cm, yüksekliği 25-35 cm civarındadır. Plak 5-7 cm'dir. Yükleri ve kenarları büyük hacimlerde kullanılabilir. Hacim dikdörtgen ise bir yönde dişli, kare veya kareye yakın ise iki yönde dişli tercih edilir. Bir yönde dişli döşemenin diş açıklığı 10-12 m, iki yönde dişli döşemenin diş açıklığı 14-15 metrelerde olabilir. Tek yönde dişlerin kirişlere oturması ve ince bir plağa sahip olmasından dolayı dişli döşemelerin depremde davranışları genellikle iyi değildir. Bu döşeme tipindeki yapıların özellikle zayıf yönündeki görelî kat ötelenmelerinde artışın yüksek olmasından ötürü deprem perdeleri düzenlenmelidir (Topçu, 2016).



Şekil 1.3. Dolgusuz dişli döşeme

### 1.2.3.1.2. Dolgu Bloklü Dişli Döşeme (Asmolen Döşeme)

Dişler arasının asmolen olarak adlandırılan hafif bir malzeme ile doldurulması ile oluşan bir veya iki yönde dişli döşemedir. Bu döşeme tipinde boşluklar arası dolu olduğundan alttan tavan düz görünmektedir. Tek yönde dişlerin kirişlere oturması ve ince bir plağa sahip olmasından dolayı dişli döşemelerin depremde davranışları genellikle iyi değildir. Bu döşeme tipindeki yapıların özellikle zayıf yönündeki görelî kat ötelenmelerinde artışın yüksek olmasından ötürü deprem perdeleri düzenlenmelidir (Topçu, 2016).



Şekil 1.4. Dolgu bloklü dişli döşeme (insaathaber.org, 2016)

### 1.2.3.2. İki Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler (Kaset Döşeme)

Açıklık ortasında kolonun istenmediği çok büyük (sinema salonu, otopark gibi) hacimlerin kapatılmasında kullanılır. Açıklık 15-25 m olabilir. Dişli döşemeler gibi inşa edilirler. Dişler yerine normal boyutlu kirişler (tali kirişler) kullanılmaktadır. Çevre kirişlere ana kirişler denir ve tali kirişler ana kirişlere oturur. Ana kirişlerde büyük burulma momentleri oluşmasından dolayı tali kirişlere nazaran daha geniş (80-100 cm)

yapılırlar. Tali kirişler arası 50-150 cm civarındadır. Sistemin ağır olmasından dolayı kolonlara değil, her iki yönde yerleştirilmiş rijit perdelerle oturtulmalıdır (Topçu, 2016).



şekil 1.5. İki doğrultuda çalışan dişli dōřemeler

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Plak döşemeli sistemler, yüksek diyafram rijitliği, gerekli yanal direnç ve ötelenme rijitliği gibi olgular nedeniyle yapının sünekliğinde çok ciddi rol oynadığı ve modal analiz sonuçlarını etkilediği bilinmektedir (Aygün, 2007). Asmolen döşemeler, plak döşemelere göre daha ağırdır ve rijitliği farklıdır. Diş doğrultusunda döşemeler rijit davranırken, dişe dik doğrultudaki kirişlere dişler oturmadığı için bu yöndeki yeterli rijitliğin sağlanmasında sorunlarla karşılaşılabilir.

Döşeme tipinin yapı maliyetini doğrudan etkileyen bir husus olması nedeniyle, aynı güvenlikteki yapıya daha fazla maliyetle sahip olunmasının önüne geçmek için, tasarımcılar alternatiflere daha fazla dikkat etmelidir. Yapılara etki eden deprem yükleri yapı kütlelerine bağlı olduğundan, dolgulu dişli döşemeler (asmolen döşeme) plak döşemelere göre daha fazla deprem yüküne maruz kalmaktadır. Dolayısıyla asmolen tip döşemeyle tasarlanmış yapıları, görelî kat ötelenmelerine karşı güvende tutabilmek için düşey taşıyıcı eleman boyutlarında artışa ihtiyaç duyulur ki, bu da maliyete etki edecektir.

Yaygın olan kanı; asmolen döşemenin plak döşeme tipine göre daha fazla maliyete sahip olduğudur. Ancak, mimari tercihlerin cezbedici etkisiyle maliyet artışı genellikle tolere edilmektedir. Maliyet fazlalığının oranı, tasarımcıların özel deneyimlerine dayanarak forum sitelerinde (Anonim, 2014) çok geniş aralıklarda ifade edilmektedir.

Konuyla ilgili parametrik olarak yapılan analizlerin ön sonuçlarına göre; yapının açıklık sayılarından bağımsız olarak üç kata kadar her iki tip döşeme maliyetlerinin yaklaşık yakın çıktığı, üç kattan itibaren asmolen döşeme maliyetinin arttığı görülmüştür (Akyol ve Bikçe, 2016).

Döşeme tipinin maliyete etkisi üzerinde bir tez çalışmasında plan alanı 100 m<sup>2</sup> olarak seçilen 2, 5 ve 8 katlı yapıların asmolen ve kirişli döşeme olarak analizleri yapılmış ve elemanlarda oluşan kesme kuvveti ve moment değerlerindeki değişimler sunulmuştur (Ayyıldız, 2009). Çalışmada; KÇ, AÇ, KPC, APÇ ifadelerinin anlamları; KÇ: Kirişli döşemeli çerçeveli sistem. AÇ: Asmolen döşemeli çerçeveli sistem. KPC: Kirişli döşemeli perdeli – çerçeveli sistem. APÇ: Asmolen döşemeli perdeli – çerçeveli

sistem şeklinde tanımlanmıştır. 2, 5 ve 8 katlı yapılar için elde edilen demir (kN),kalıp (m) ve beton (m<sup>3</sup>) ve miktarları Çizelge 2.1-4 arasında verilmektedir.

Çizelge 2.1. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
2	KÇ	4	50	0.00
2	KÇ	3	50.56	1.12
2	KÇ	2	52.18	4.36
2	KÇ	1	63.26	26.52
2	AÇ	4	53.86	1.24
2	AÇ	3	56.26	7.72
2	AÇ	2	64.60	29.20
2	AÇ	1	81.80	63.60

Çizelge 2.2. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki demir miktarı

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Demir (kN)	Yüzde Değişimi
5	KPÇ	4	128.6	0.00
5	KPÇ	3	133.4	3.73
5	KPÇ	2	147.4	14.61
5	KPÇ	1	190.5	48.13
5	APÇ	4	144.1	12.05
5	APÇ	3	152.6	18.66
5	APÇ	2	193.2	50.23
5	APÇ	1	222.8	73.25

Çizelge 2.3. 8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki donatı miktarı

KAT	YAPI	DEPREM BÖLGESİ	DEMİR (kN)	YÜZDE DEĞİŞİMİ
8	KPÇ	4	215.76	0.00
8	KPÇ	3	225.76	4.63
8	KPÇ	2	285.52	32.33
8	KPÇ	1	375.44	74.01
8	APÇ	4	244.24	13.20
8	APÇ	3	254.32	17.87
8	APÇ	2	337.92	56.62
8	APÇ	1	447.92	107.60

Çizelge 2.4. 2,5 ve 8 katlı asmolen ve kirişli döşemelerde beton ve kalıp miktarı

KAT	YAPI	BETON(m <sup>3</sup> )	KALIP(m <sup>2</sup> )
2	KÇ	43.92	398.91
2	AÇ	62.14	341.51
5	KPÇ	128.45	1142
5	APÇ	135.19	1012.76
8	KPÇ	208.68	1841
8	APÇ	227.97	1641.4

Çalışmada incelenen 2, 5 ve 8 katlı yapıların 2008 yılı Bayındırlık birim fiyatları kullanılarak, sadece bu değerler için, yapıların maliyetleri belirlenerek elde edilen sonuçlar Çizelge 2.5-7'de sunulmuştur.

Çizelge 2.5. 2 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
2	KÇ	4	17550	0.00
		3	17635.07	0.49
		2	17879.69	1.02
		1	19552.77	11.41
2	AÇ	4	19050	10.08
		3	19412.6	10.61
		2	20671.94	17.78
		1	23269.14	32.59

Çizelge 2.6. 5 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
5	KPC	4	48308.8	0.00
		3	49033.6	1.50
		2	51147.6	5.90
		1	57655.7	19.35
5	APÇ	4	49537.3	2.54
		3	50820.8	5.20
		2	56951.4	17.89
		1	61421.04	27.14

Çizelge 2.7. 8 katlı yapıların değişik döşeme tipi ve deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistem maliyet değerleri

Kat	Yapı	Deprem Bölgesi	Maliyet(TL)	Yüzde Değişim
8	KPC	4	79313.58	0.00
		3	80808.48	1.88
		2	89838.28	13.27
		1	103428.28	30.40
8	APÇ	4	82684.4	4.25
		3	84209.42	6.17
		2	96833.02	22.09
		1	113443.02	43.03

Bu değerlerin tümü incelendiğinde en fazla maliyeti olan sistemlerin 1.derece deprem bölgesinde yapılan asmolen perdeli-çerçeve sistemler olduğu görülmektedir. Bu sistemler en düşük maliyete sahip sistemlerle 2, 5 ve 8 katlı yapılar için sırasıyla %32,59, %27,14 ve %43,03 oranında daha yüksek oldukları görülmektedir. Asmolen döşemeli sistemler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında 2, 5 ve 8 katlı yapılar için 1.derece deprem bölgesindeki yapılar 4.derece deprem bölgesindeki yapılara göre sırasıyla %22,51, %24,60, %38,78 oranında daha yüksek maliyete sahip oldukları görülmektedir. Aynı şekilde kirişli döşemeye sahip sistemlerde kendi aralarında



karşılaştırıldıklarında 2, 5 ve 8 katlı yapılar için 1.derece deprem bölgesindeki yapılar 4.derece deprem bölgesindeki yapılara göre sırasıyla %11,41, %19,35, %30,40 oranında daha yüksek maliyete sahip olmaktadır (Ayyıldız, 2009).

Söz konusu çalışma sonunda en fazla maliyeti olan sistemlerin 1.derece deprem bölgesinde yapılan asmolen döşemeli sistemlerin kirişli döşemeli sistemlere göre; 2, 5 ve 8 katlı yapılar için sırasıyla %1,9 %6,53 ve %9,68 oranında yüksek maliyette oldukları elde edilmiştir (Ayyıldız, 2009). Ancak, Ayyıldız (2009) çalışmasında; beton, demir ve kalıp maliyetleri göz önünde bulundurulurken işçilik ve asmolen maliyeti gibi detaylar dikkate alınmamıştır. Bu tez çalışmasında, plak ve asmolen döşeme tiplerinin yapı maliyetine etkisi, önce parametrik olarak daha sonra tasarlanmış gerçek yapılar üzerinde olmak üzere iki açıdan ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca, maliyetler hesaplanırken, güncel birim fiyatlar ve işçilik ve asmolen maliyeti gibi detaylar da dikkate alınmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, öncelikle parametrik inceleme yapılmıştır. Planda x ve y yönlerinin her biri için dört açıklığa kadar değişim dikkate alınırken, düşeyde on kata kadar artış da bir diğer değişken olarak dikkate alınmıştır. Bu amaçla yetmiş adet asmolen döşeme tipli model ve yetmiş adet plak döşeme tipli model İDECAD Statik yardımıyla oluşturularak analizleri yapılmıştır.

Daha sonra uygulamadaki durumları incelemek üzere; beşi asmolen ve beşi plak döşeme tipinde güncel deprem yönetmeliğine göre tasarlanarak inşa edilmiş toplam on yapı aslına uygun olarak İDECAD Statik yardımı ile modellenmiştir. Asmolen döşeme olarak tasarlanmış yapılar plak döşemeye, plak döşeme olarak tasarlanmış yapılar ise asmolen döşeme tipine dönüştürülerek 10 model daha elde edilmiştir. Dönüşümlerin doğurduğu maliyet farkları hedeflendiğinden gerekli boyutlar asgari düzeyde tutulmuştur.

Bu çalışmada, bundan sonraki tanımlamalarda dolgu bloklu dişli döşeme tipi için “asmolen döşeme”, bir veya iki doğrultuda kirişli döşeme (hurdi, dal) tipi için ise “plak döşeme” ifadesi kullanılacaktır.

Modellenen yapıların, TS500 ve DBYBHY 2007 deprem yönetmeliğine göre statik ve dinamik analizleri yapılmıştır. Dolgu duvar ve kaplama ağırlıkları dikkate alınmaz iken taşıyıcı sistemde minimum kesitler seçilerek karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen her iki döşeme tipine ait modellerin metrajları ayrı ayrı olacak şekilde MS Excel’de grafik haline dönüştürülmüş, asmolen ve plak döşeme arasındaki maliyet farkları ortaya konulmuştur.

## 4. YAPI MALİYETİNE, DÖŞEME TİPİ ETKİLERİNİN PARAMETRİK OLARAK ARAŞTIRILMASI

### 4.1. İncelenen Yapı Özellikleri

Maliyet açısından farkın ortaya konulması için aynı boyutlardaki yapının asmolen ve plak döşeme tiplerindeki halleri ayrı ayrı modellenmiştir. Piyasada güncel ve yaygın kullanılan yapı malzemeleri tercih edilmiş ve güncel birim fiyatlar dikkate alınmıştır. Minimum maliyetin ortaya konulması için, kat artışına bağlı olarak kesit boyutlarındaki değişimin minimum tutulmasına özen gösterilerek iki tip döşeme maliyetleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

#### 4.1.1. Analizlerde Dikkate Alınan Kabuller, Sabitler ve Değişkenler

Bu çalışmada seçilen yapının döşeme boyutları 5x5 m, kat yüksekliği 3 m, en küçük düşey taşıyıcı boyutu 25 cm'dir. Plak döşemede en küçük kiriş boyutu 25 cm ve sarkan kiriş olarak, asmolen döşemede en küçük kiriş boyutu ise dış yüksekliğinde ve yatay olarak tasarlanmıştır. Her iki döşeme tipi için oluşturulan yapıların malzeme özellikleri; C25-S420, beton güvenlik katsayısı 1,5, çelik güvenlik katsayısı 1,15 ve beton birim hacim ağırlığı 2,5 t/m<sup>3</sup> değerinde dikkate alınmıştır.

Analizlerde dikkate alınan deprem parametreleri; yapı önem katsayısı (I):1, eksantriste oranı: 0,5, deprem bölgesi: 1 ve etkin yer ivmesi katsayısı: 0,40'dır. Ayrıca, zemin parametreleri; zemin tipi:Z4, spektrum karakteristik periyotları; T<sub>A</sub>:0,20 ve T<sub>B</sub>:0,90, zemin emniyet gerilmesi: 15 t/m<sup>2</sup>, zemin hakim periyodu: 0.25s, yatak katsayısı: 2500 t/m<sup>3</sup> ve zemin grubu: A şeklinde dikkate alınmıştır.

Asmolen dolgusu olarak piyasada yaygın olarak kullanılan ve hafif betondan üretilen 25cm×40cm×20cm ebatlarında briket tercih edilmiştir. Tasarımda dolgu duvarlar ve kaplama ağırlıkları dikkate alınmamıştır. Statik ve dinamik analizlerinin yapılmasında TS500 (2000) şartnamesi ve DBYBHY (2007) güncel deprem yönetmeliği dikkate alınmıştır. Yapı analizinde ideCAD v8 (2015) yapı analizi ve tasarımı paket programı kullanılmıştır. Karşılaştırılan yapıların modellenmesi ve analizinde optimum değerlerin seçilmesine özen gösterilmiştir. Bu çalışmada yapılan

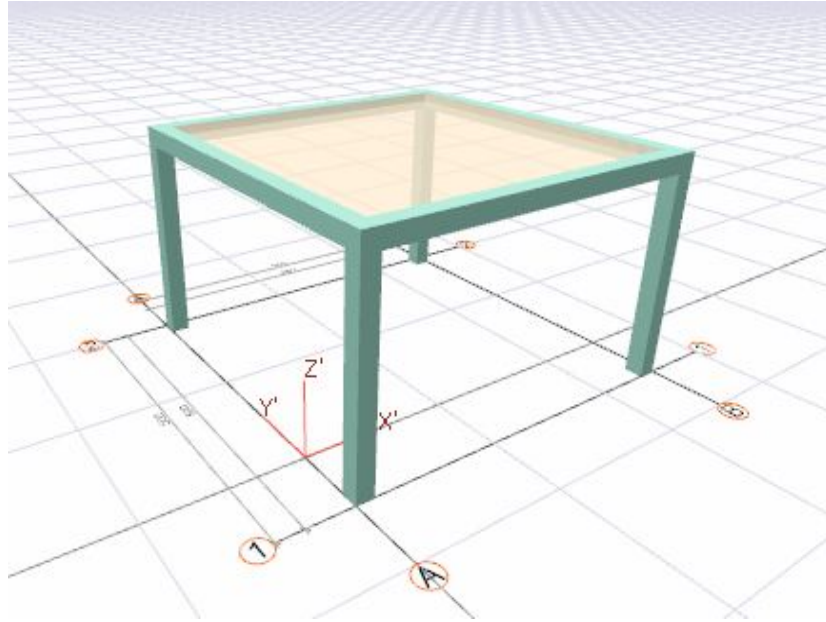
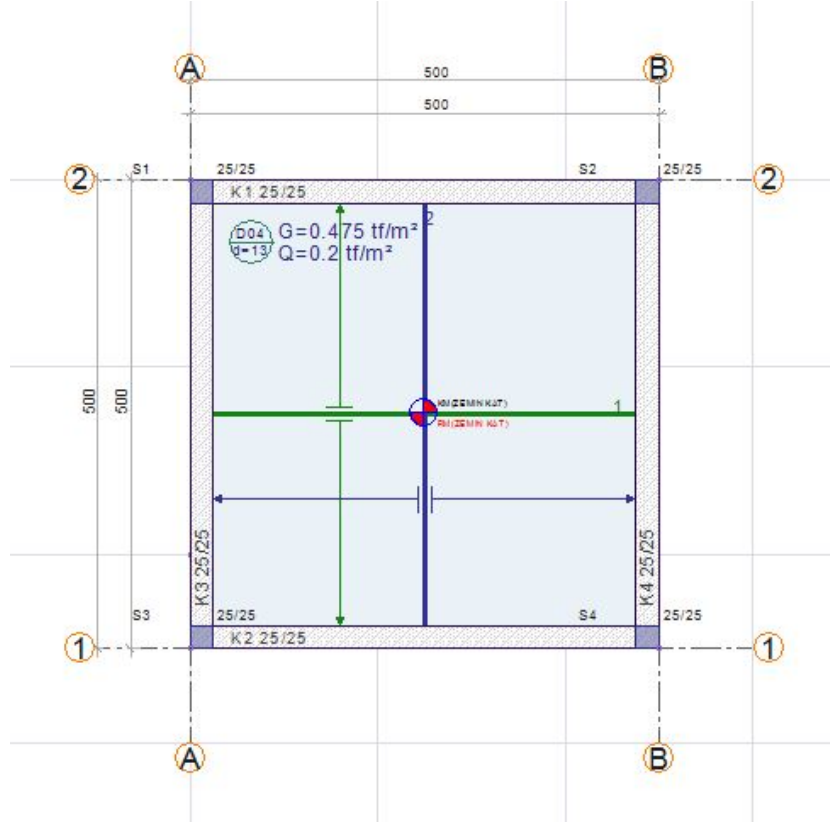
analizler sonucu yapıda kullanılacak olan malzemelere ait güncel birim fiyatlar Çizelge 4.1'deki gibi dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.1. Kullanılan Yapı Malzemelerinin Güncel Fiyatları

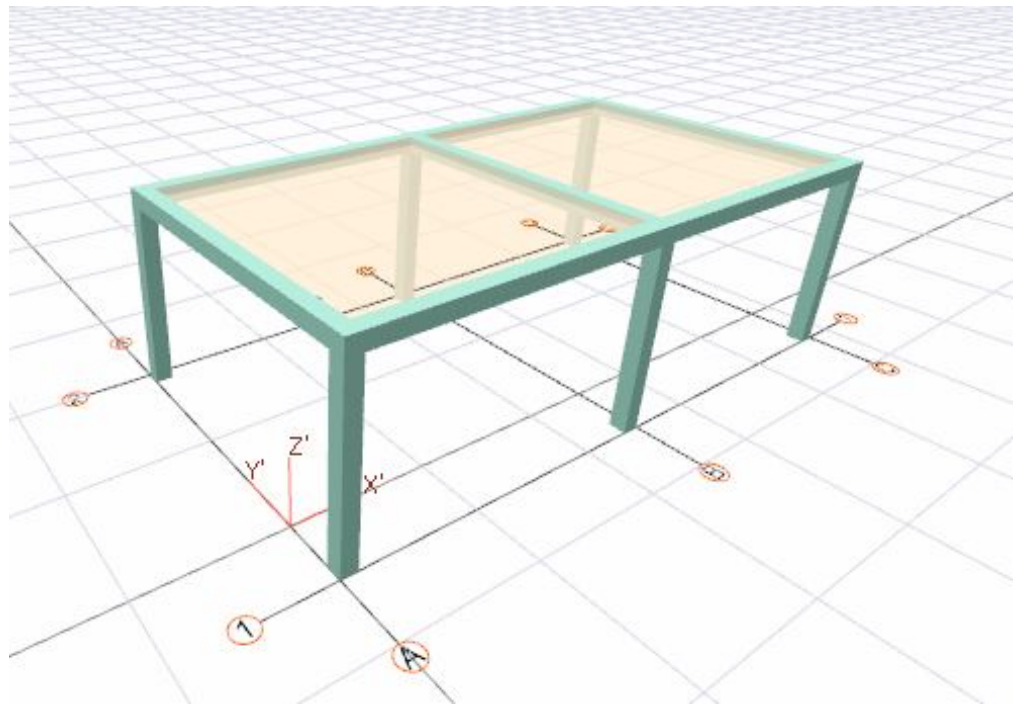
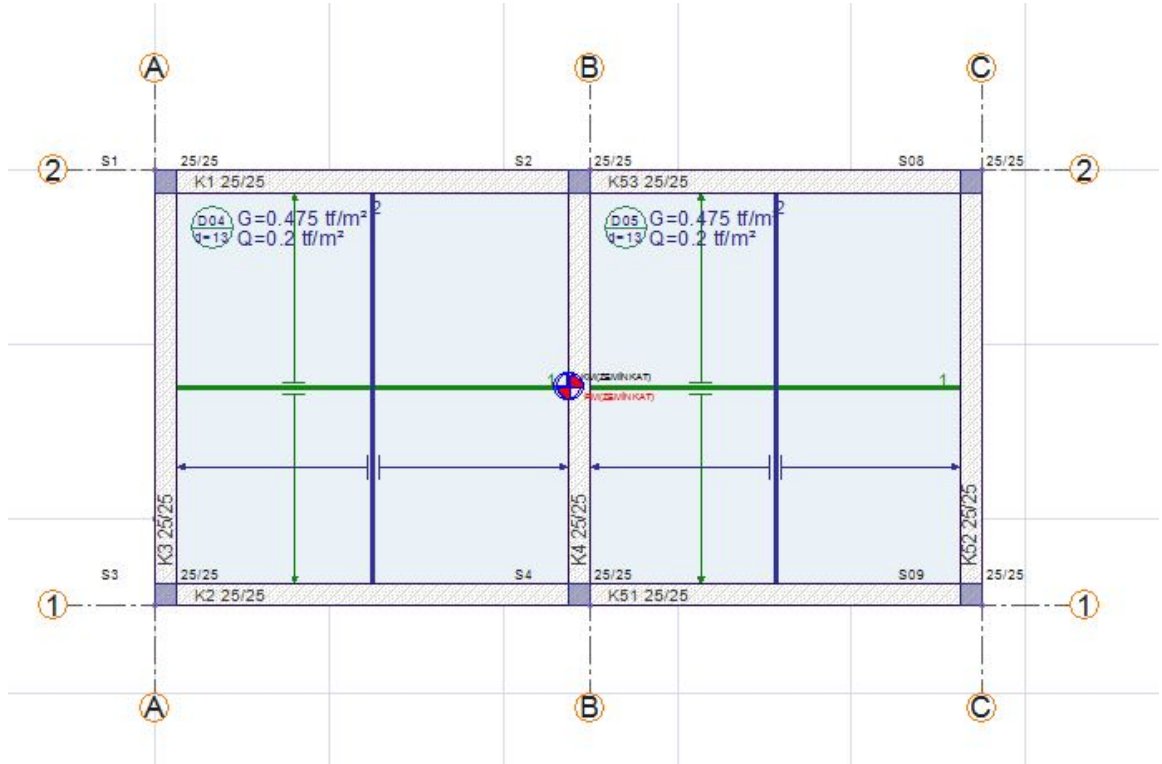
<b>İnce Donatı</b>	<b>Kalın Donatı</b>	<b>Beton</b>	<b>Asmolen Briketi</b>	<b>Kalıp</b>	<b>İşçilik</b>
(TL/ton)	(TL/ton)	(TL/m <sup>3</sup> )	(TL/adet)	(TL/m <sup>2</sup> )	(TL/m <sup>3</sup> )
1350	1350	95	1	13	80

#### 4.1.2. Analitik Modelleme

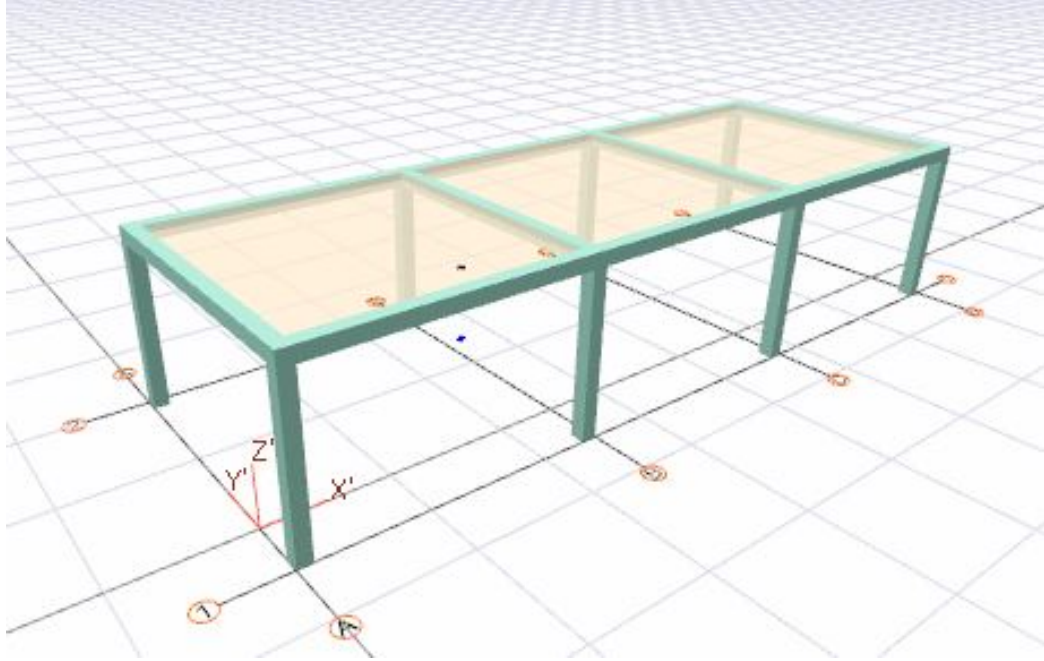
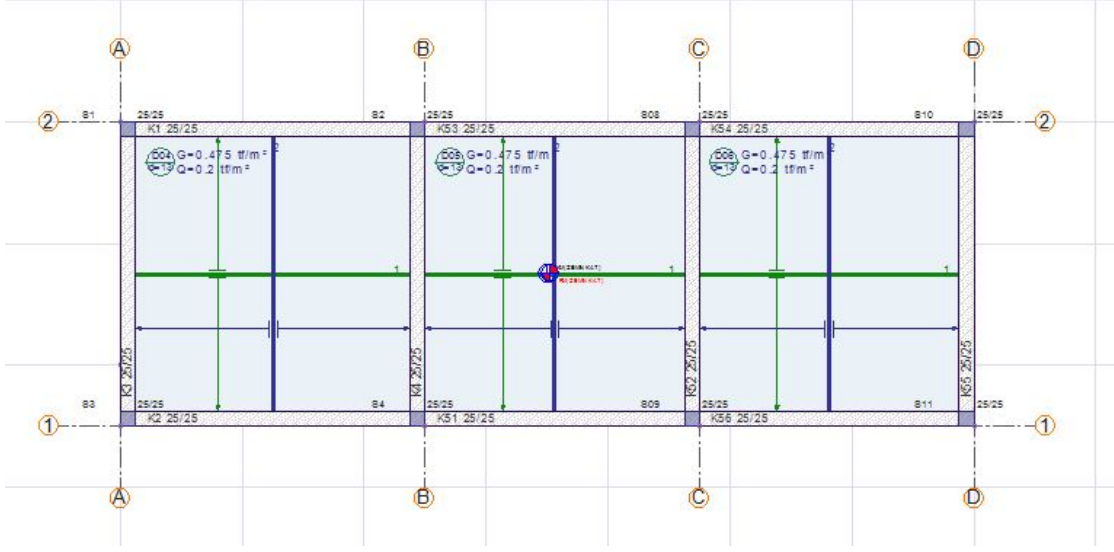
Asmolen ve plak döşeme tiplerinden her biri için ayrı ayrı modeller oluşturulmuştur. Her bir modelde planda x ve y yönlerinin her biri için birden dört açıklığa kadar, kesitler minimum olacak şekilde analizler tekrarlanmıştır. Yatayda dört açıklığa kadar değişim dikkate alınırken düşeyde de birden on kata kadar artış için analizler yinelenmiştir. Her iki döşeme türü için açıklıklar 5m×5m şeklinde sabit tutulmuştur. Şekil 4.1a-g'de plak döşeme tipi için ve Şekil 4.2a-g'de asmolen döşeme tipi için analiz edilen tiplere ait örnek modellerinin görüntüleri sunulmuştur.



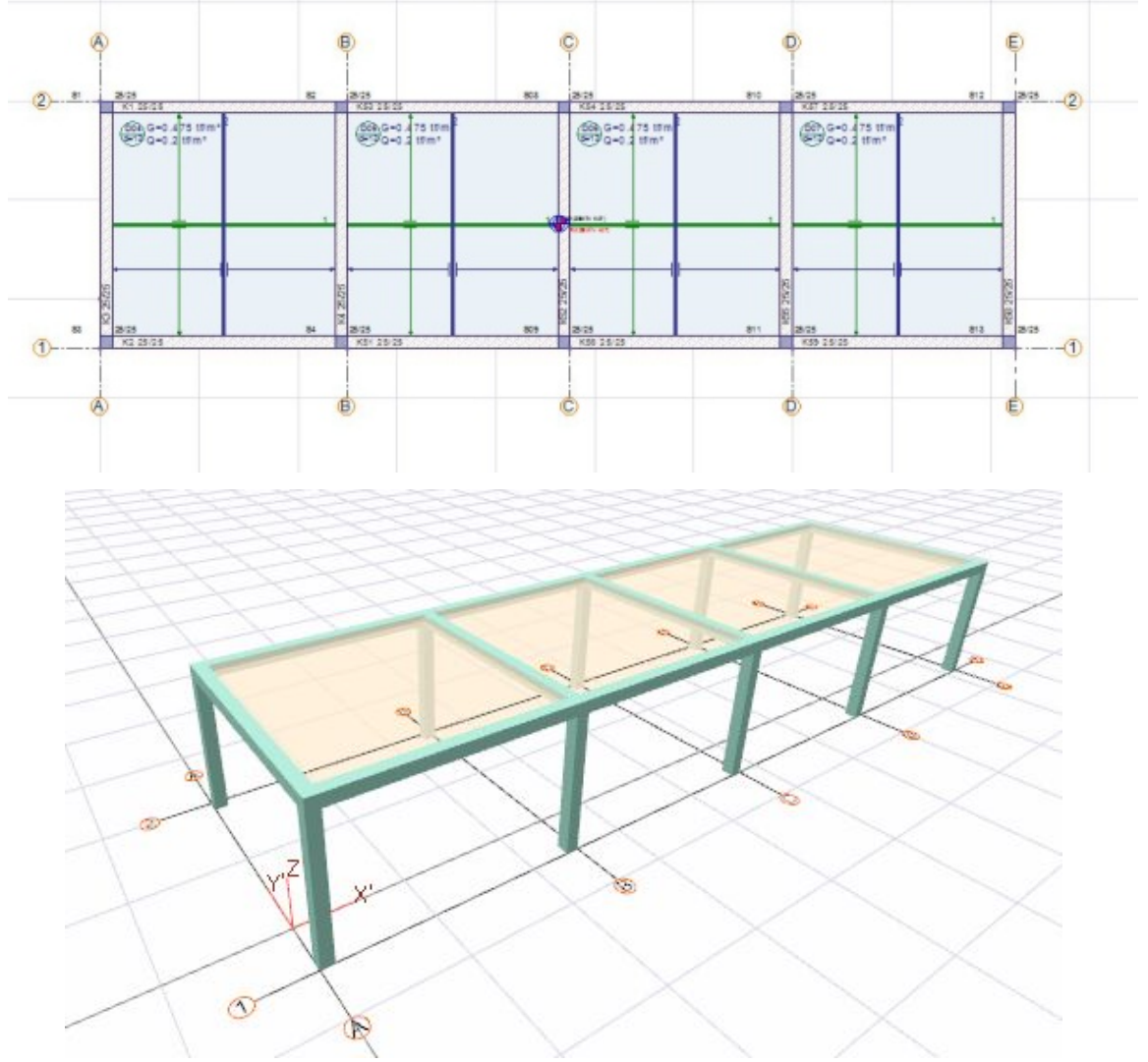
Şekil 4.1a: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x1 açıklıklı)



Şekil 4.1b: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x2 açıklıklı)

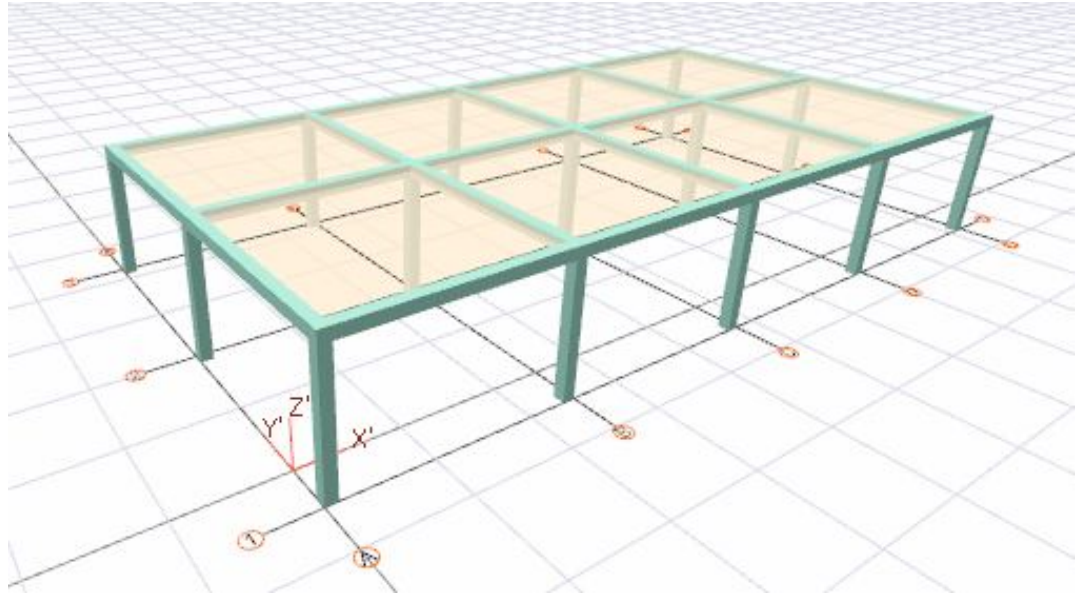
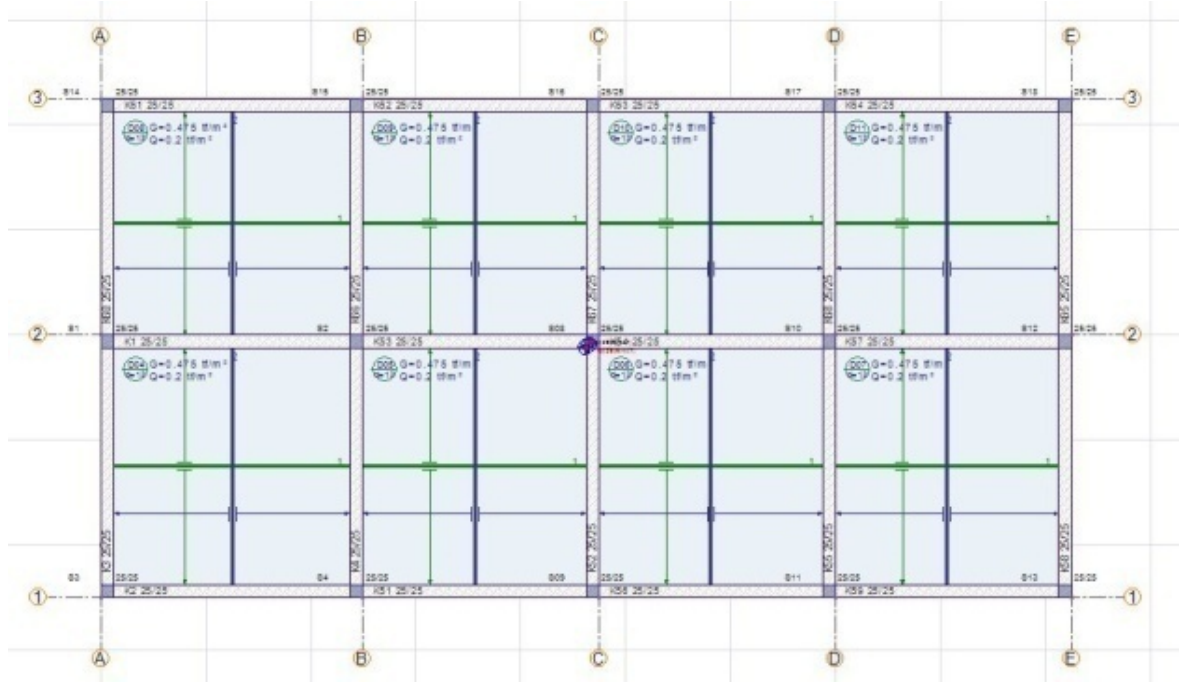


Şekil 4.1c: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x3 açıklıklı)

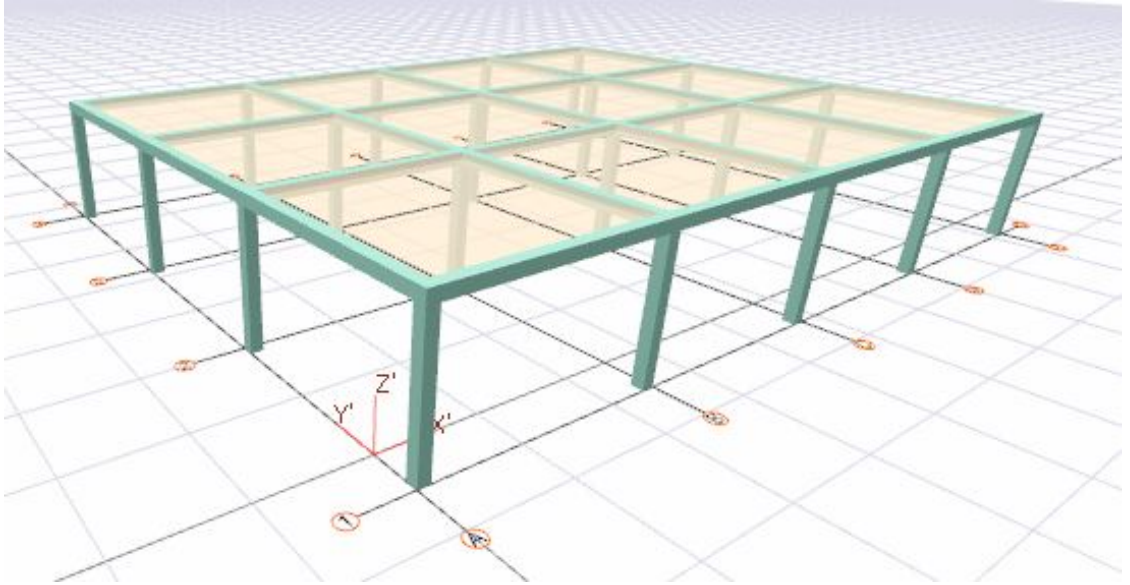
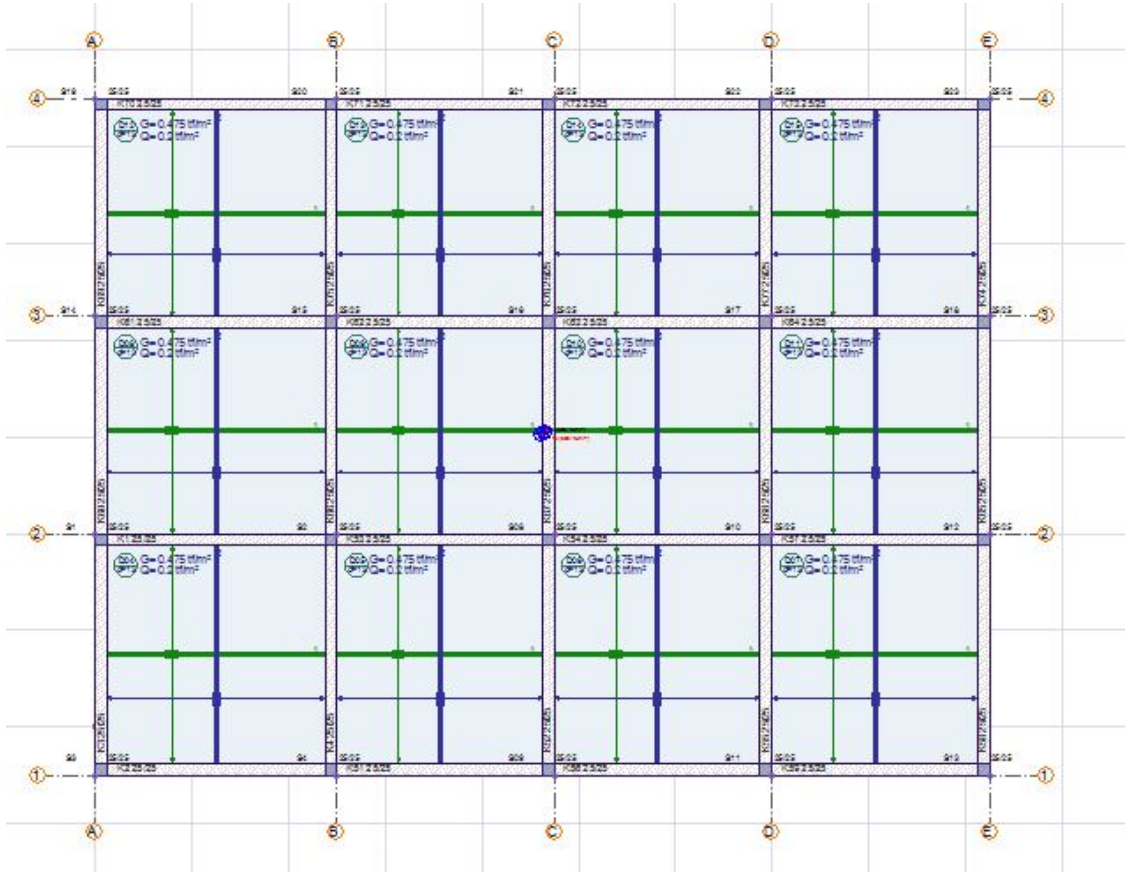


Şekil 4.1d: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (1x4 açıklıklı)

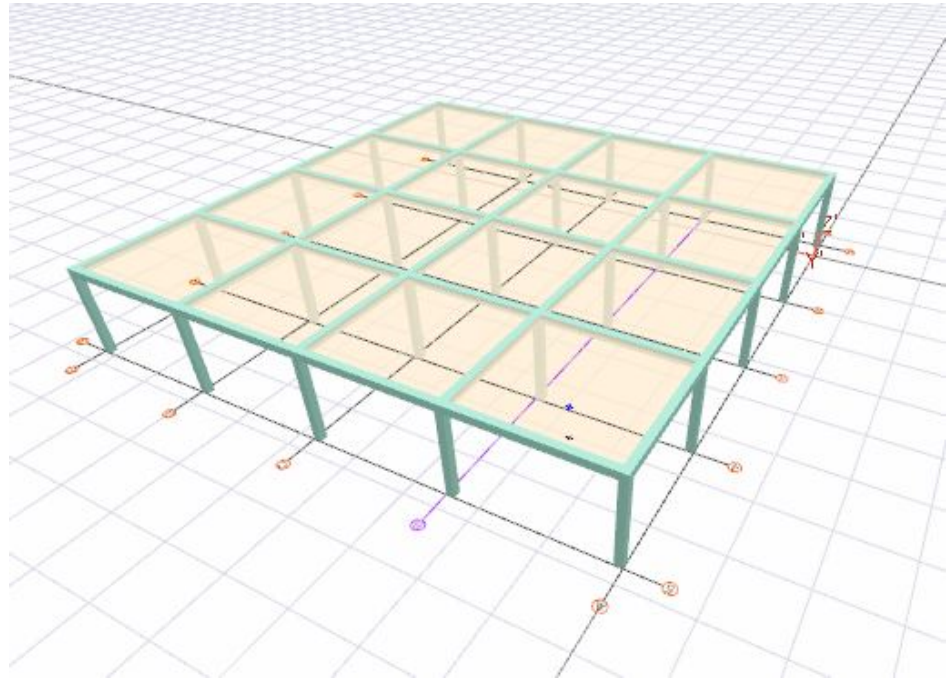
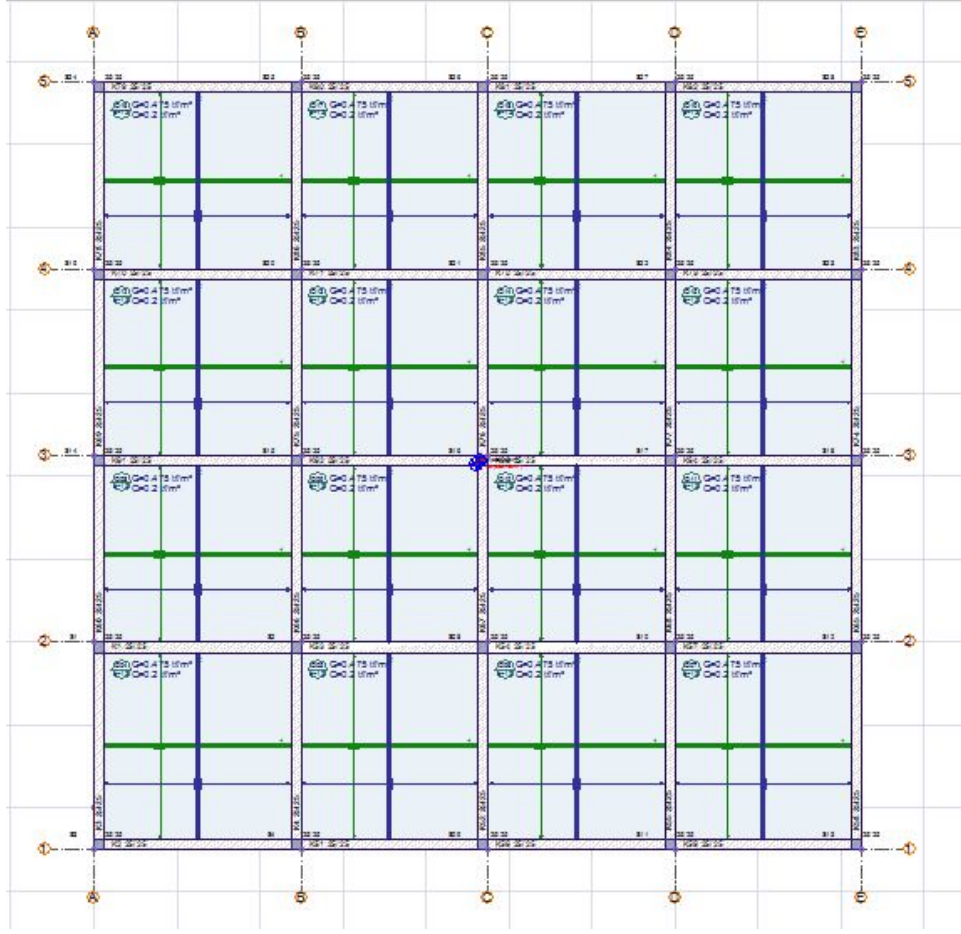




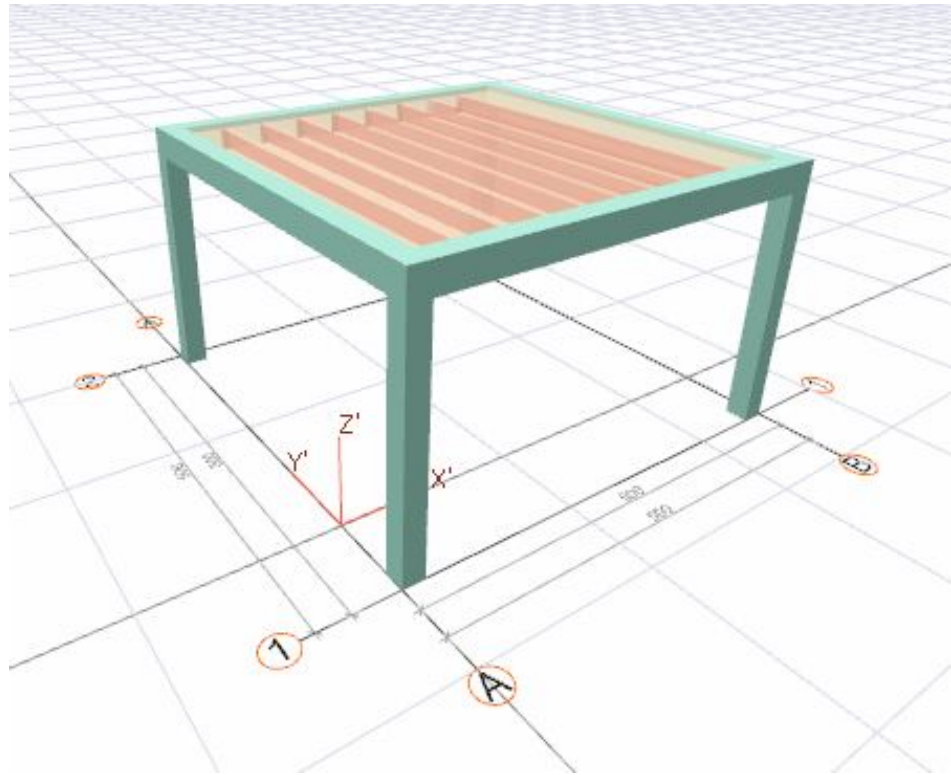
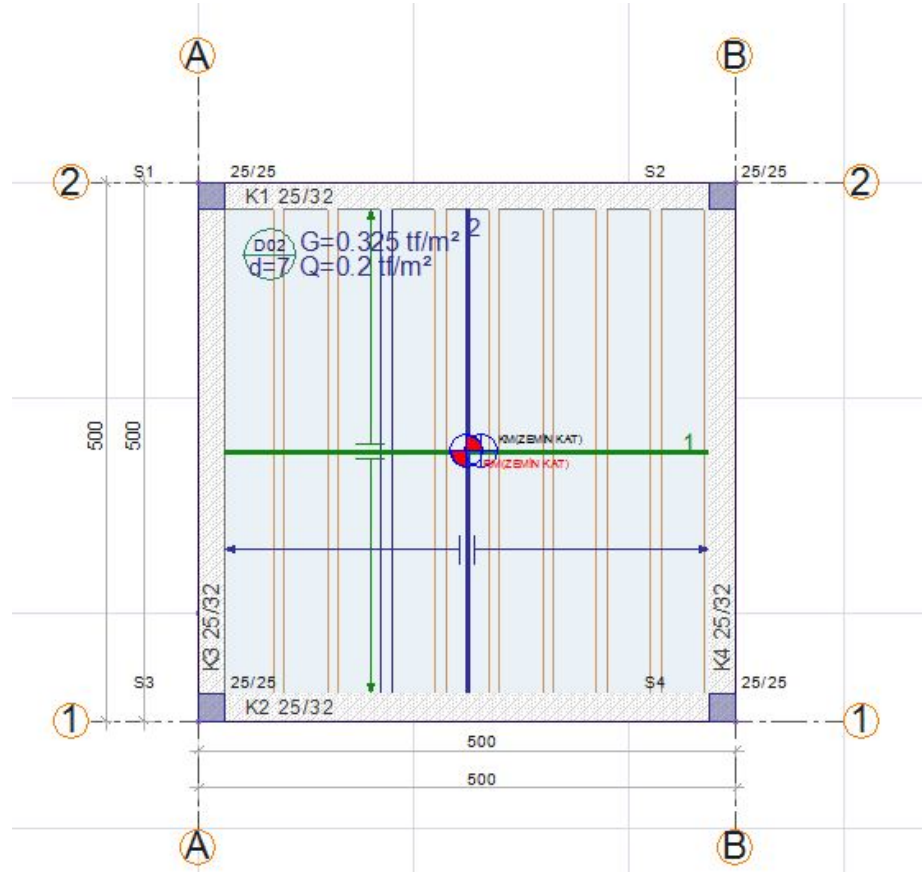
Şekil 4.1e: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (2x4 açıklıklı)



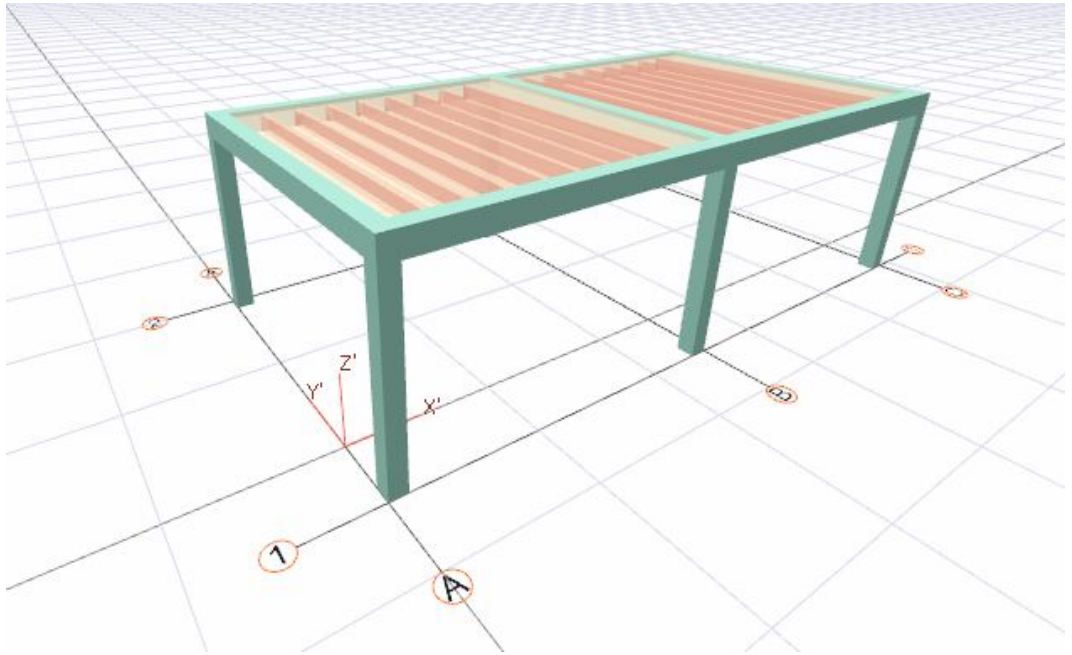
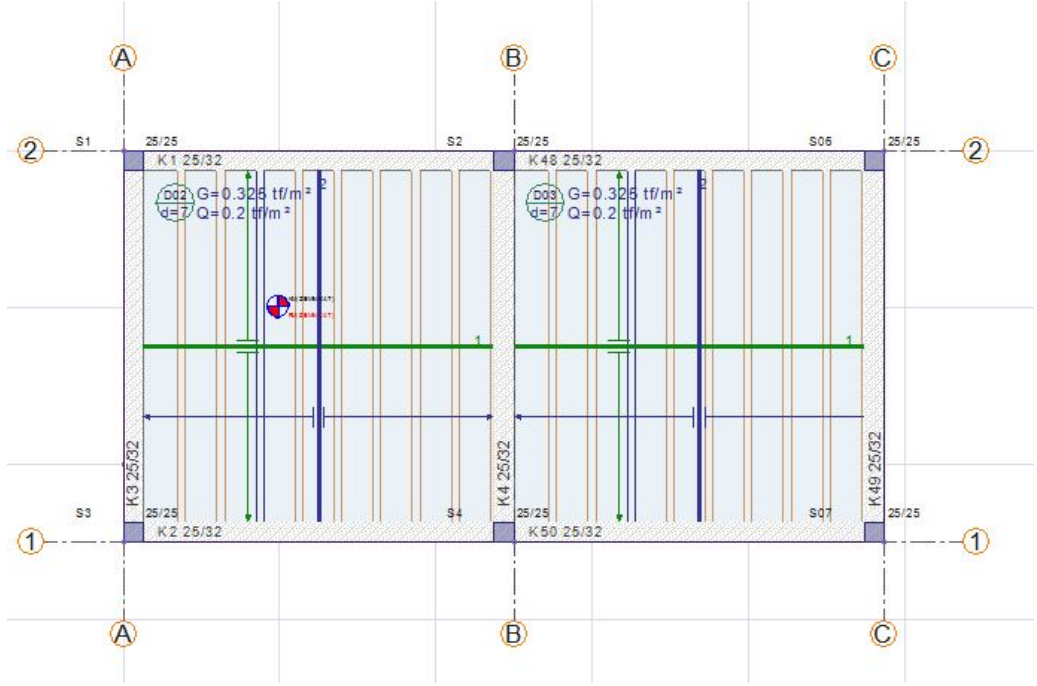
Şekil 4.1f: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (3x4 açıklıklı)



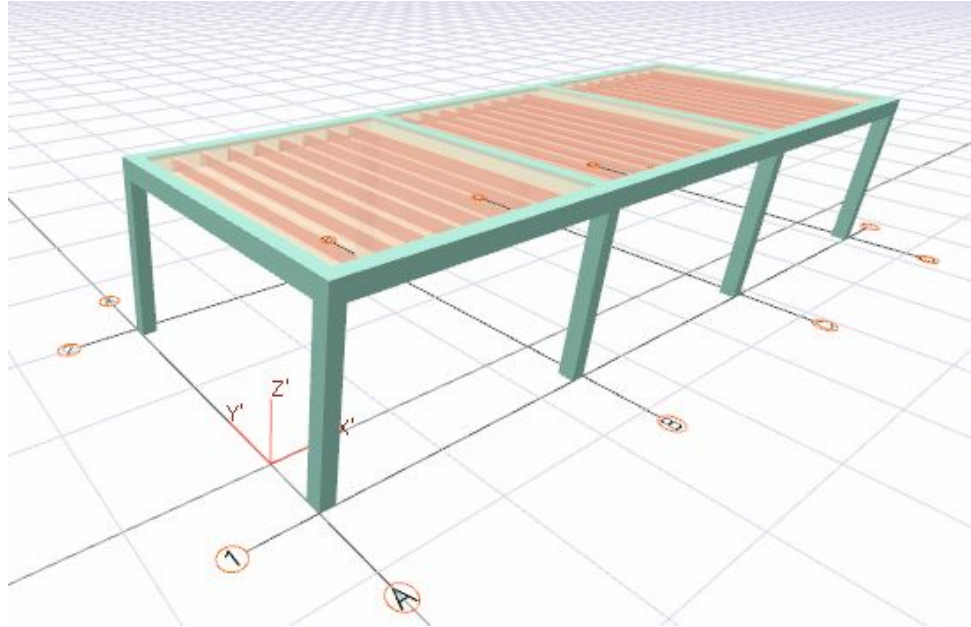
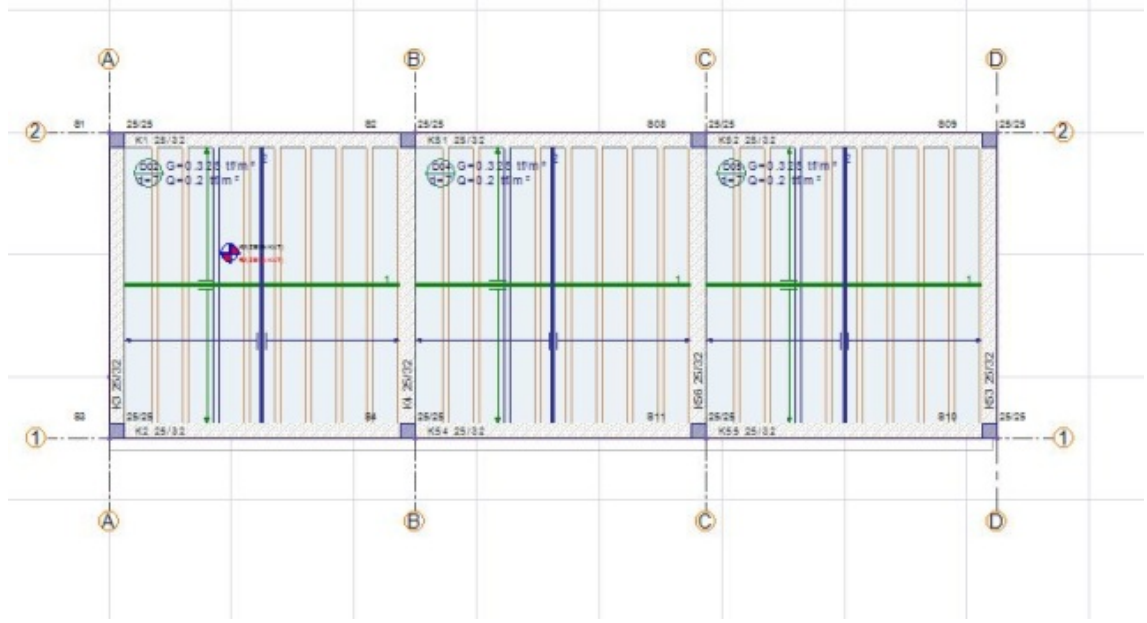
Şekil 4.1g: İncelenen kirişli döşeme planı ve model görünümü (4x4ağııklıklı)



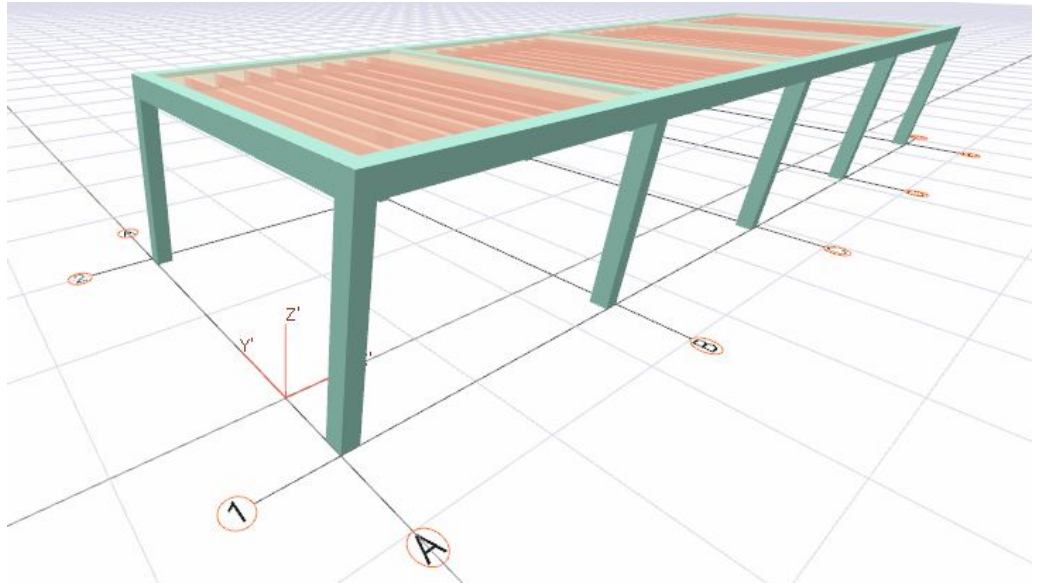
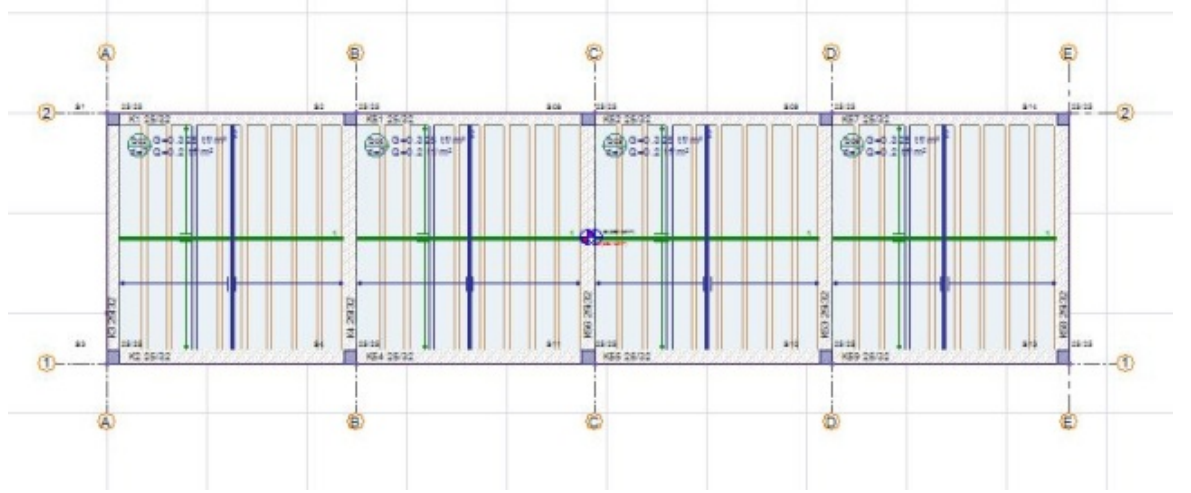
Şekil 4.2a: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x1 açıklıklı)



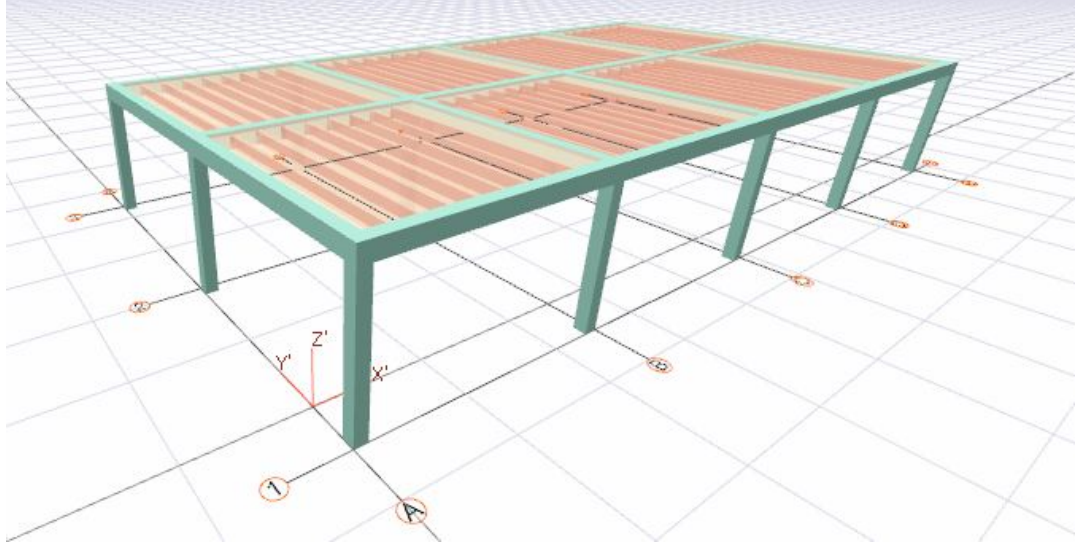
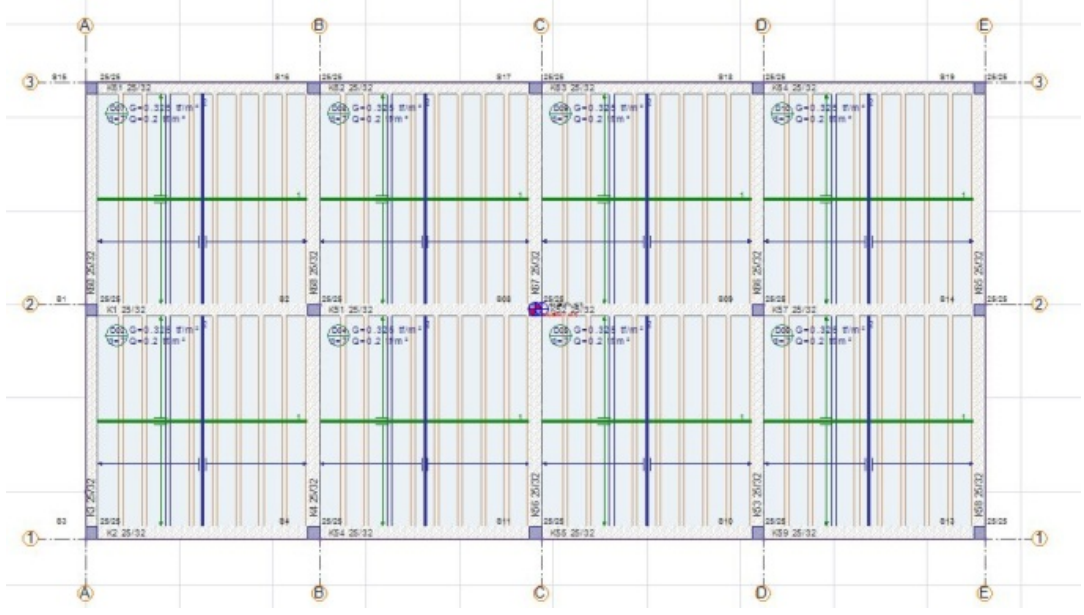
Şekil 4.2b: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x2 açıklıklı)



Şekil 4.2c: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x3 açıklıklı)

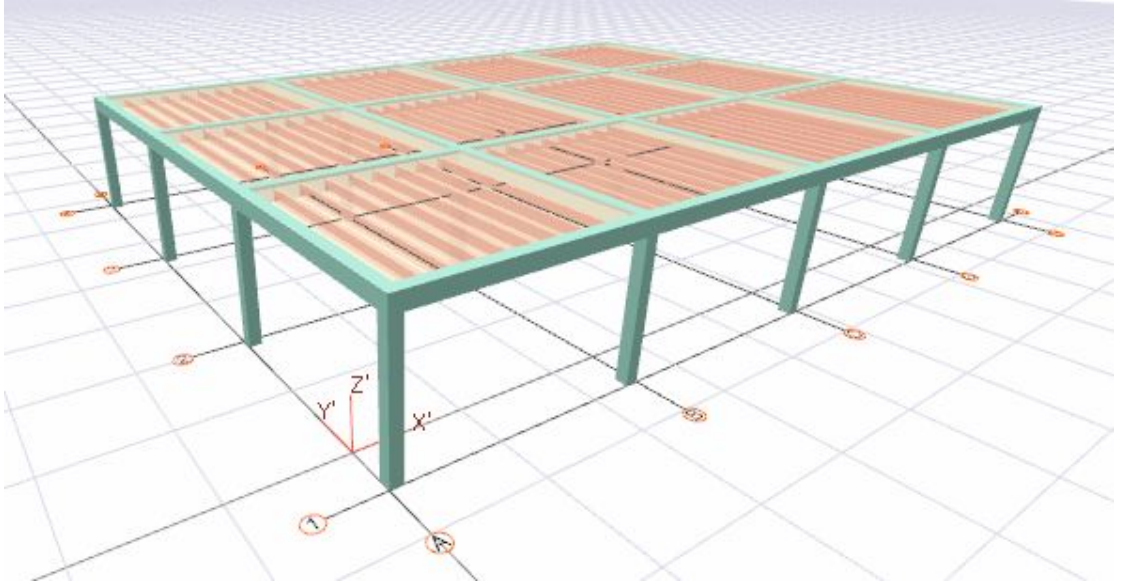
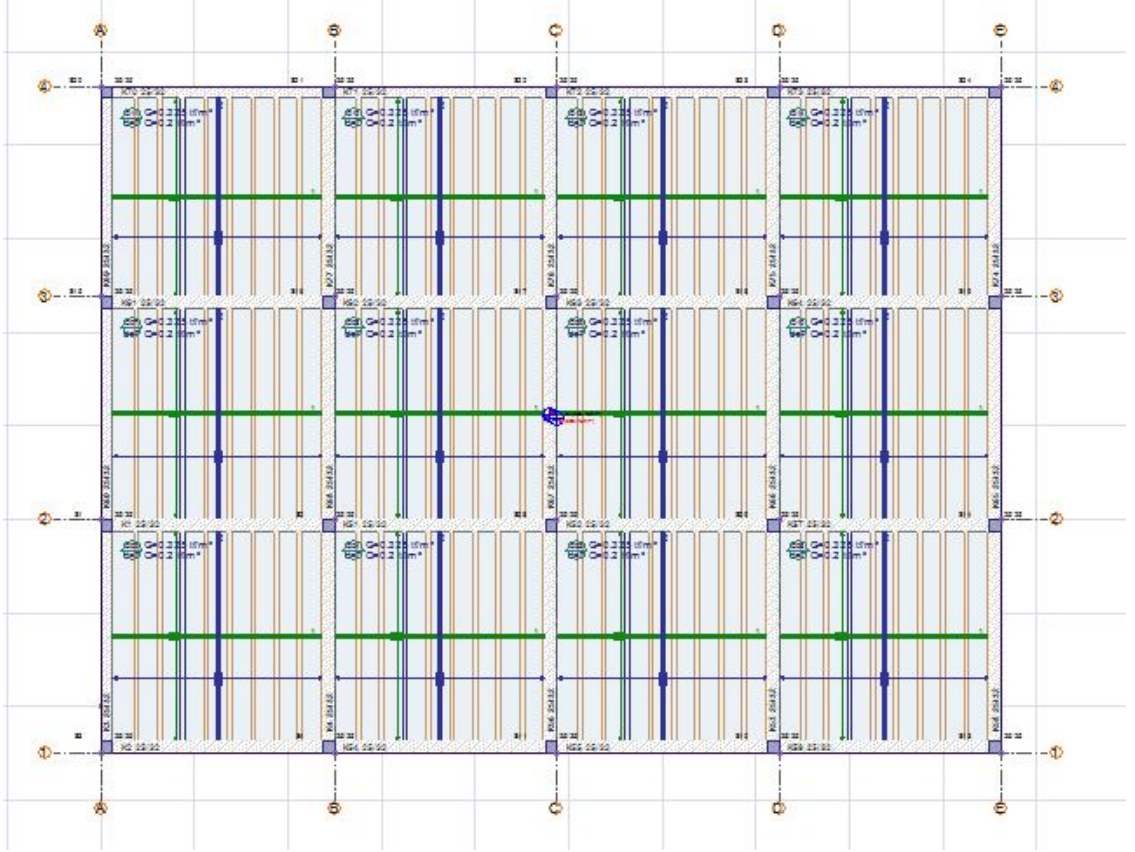


Şekil 4.2d: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (1x4 açıklıklı)

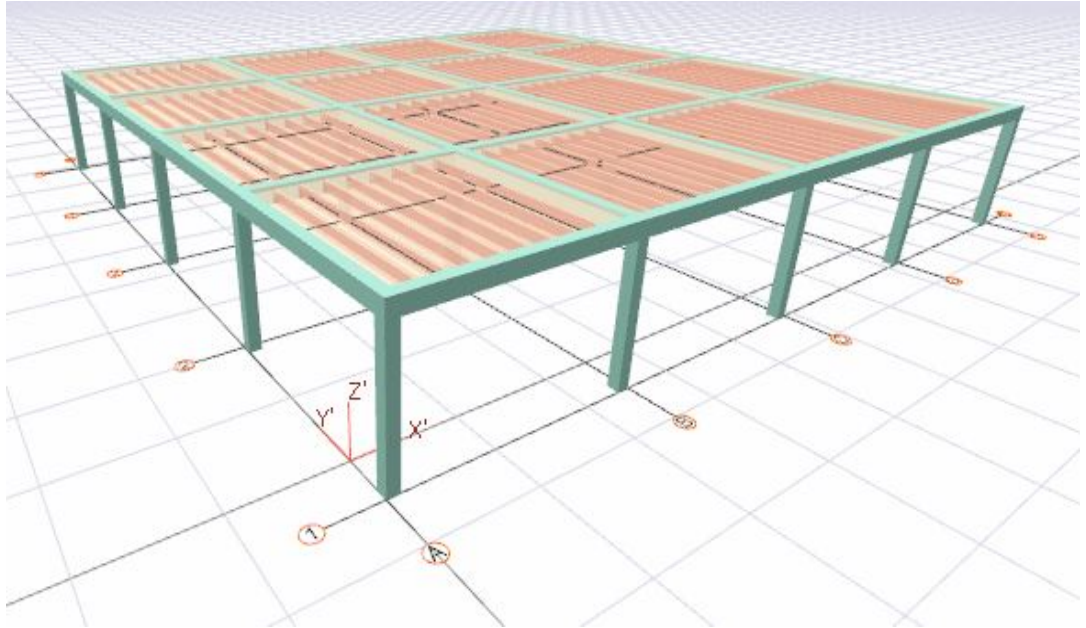
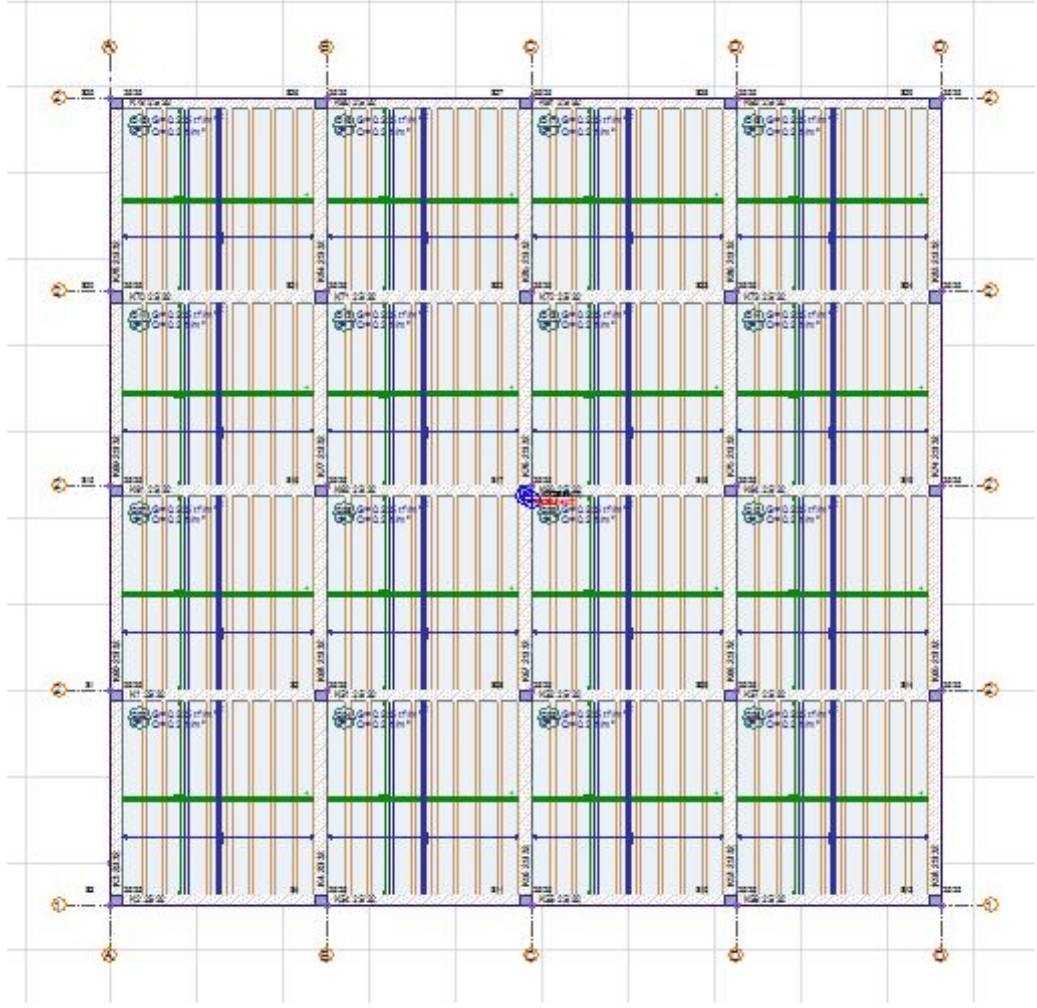


Şekil 4.2e: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (2x4 açıklıklı)





Şekil 4.2f: İncelenen asmolon döşeme planı ve model görünümü (3x4 açıklıklı)



Şekil 4.2g: İncelenen asmolen döşeme planı ve model görünümü (4x4 açıklıklı)

## 4.2. Parametrik Sonuçlar

Parametrik çalışmada yapılan her bir analiz sonucunda imalat için gerekli olan malzeme metrajları çıkartılmış ve birim maliyetlerle çarpılarak Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te sunulmuştur. Aynı katlı yapıların her iki döşeme türü için yapılan analizler neticesinde elde edilen maliyet değişim grafikleri Şekil 4.3a-j'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi

	<b>X × Y</b>	<b>İNCE DONATI (ton)</b>	<b>KALIN DONATI (ton)</b>	<b>BETON (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KALIP (m<sup>2</sup>)</b>	<b>TUTAR (TL)</b>
<b>1 KATLI</b>	1×1	0,376	0,099	5,27	44,89	2.147
	1×2	0,669	0,173	9,46	78,29	3.810
	1×3	0,966	0,248	13,66	111,69	5.481
	1×4	1,257	0,323	17,85	145,09	7.143
	2×4	2,348	0,405	32,24	255,38	12.678
	3×4	3,356	0,546	46,62	365,66	18.180
	4×4	4,350	0,680	61,01	475,94	23.654
<b>2 KATLI</b>	1×1	0,752	0,210	10,54	89,78	4.310
	1×2	1,353	0,350	18,92	156,58	7.646
	1×3	1,963	0,484	27,31	223,39	10.987
	1×4	2,558	0,619	35,7	290,19	14.309
	2×4	4,762	0,888	64,95	514,01	25.676
	3×4	6,833	2,230	94,2	737,83	38.312
	4×4	8,873	1,560	123,44	961,65	48.188
<b>3 KATLI</b>	1×1	1,150	0,319	15,8	134,67	6.499
	1×2	2,069	0,553	28,39	234,87	11.561
	1×3	2,990	0,759	40,97	335,08	16.587
	1×4	3,894	1,001	53,55	435,28	21.638
	2×4	7,348	1,726	97,42	771,01	39.322
	3×4	10,331	2,636	142,25	1113,1	56.869
	4×4	13,615	3,254	185,16	1442,5	73.928

Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı)

	X × Y	İNCE DONATI (ton)	KALIN DONATI (ton)	BETON (m <sup>3</sup> )	KALIP (m <sup>2</sup> )	TUTAR (TL)
4 KATLI	1×1	1,565	0,502	21,07	179,56	8.812
	1×2	2,709	0,804	38,8	319,55	15.687
	1×3	4,000	1,235	55,9	455,3	22.769
	1×4	5,229	1,588	72,99	591,06	29.660
	2×4	9,758	3,080	132,12	1043	54.011
	3×4	14,183	4,293	192,85	1505,6	78.264
	4×4	18,372	5,313	252,73	1961,8	101.706
5 KATLI	1×1	1,958	0,722	26,34	224,45	11.145
	1×2	3,562	1,448	49,3	404,74	20.653
	1×3	5,186	1,930	71,46	579,8	29.650
	1×4	6,687	2,550	93,23	752,17	38.563
	2×4	12,481	4,619	168,14	1323,7	69.718
	3×4	17,853	6,356	245,76	1908,6	100.502
	4×4	23,234	8,332	322,8	2496,8	131.562
6 KATLI	1×1	2,336	0,993	32,56	275,7	13.776
	1×2	4,321	1,850	61,33	498,4	25.543
	1×3	6,225	2,706	88,01	708,43	36.668
	1×4	8,543	3,827	116,65	934,52	49.262
	2×4	15,567	6,041	210,84	1649,9	87.517
	3×4	22,150	8,901	303,6	2355,9	125.675
	4×4	28,787	11,271	396,75	3061,4	163.307
7 KATLI	1×1	2,877	1,385	39,1	329,07	16.874
	1×2	5,027	2,525	71,55	581,46	30.275
	1×3	7,559	3,662	104,71	841,96	44.418
	1×4	10,040	4,928	138,32	1105,1	58.779
	2×4	19,254	8,720	253,78	1977,6	107.885
	3×4	28,380	12,882	377,72	2876	159.192
	4×4	36,514	16,961	492,52	3740,7	207.011
8 KATLI	1×1	3,203	1,683	44,69	376,08	19.306
	1×2	6,149	3,331	85,25	689,98	36.686
	1×3	9,013	5,044	123,36	979,01	53.292
	1×4	12,644	6,687	165,66	1309,6	72.113
	2×4	24,203	13,020	312,88	2369,4	135.807
	3×4	36,359	19,305	459,95	3442,9	200.395
	4×4	44,600	23,463	582,52	4375,3	250.705

Çizelge 4.2. Plak döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı)

	X × Y	İNCE DONATI (ton)	KALIN DONATI (ton)	BETON (m <sup>3</sup> )	KALIP (m <sup>2</sup> )	TUTAR (TL)
9 KATLI	1×1	3,628	1,869	50,28	423,09	21.720
	1×2	6,865	3,809	95,9	776,23	41.283
	1×3	11,264	6,530	154,09	1220,3	66.851
	1×4	15,106	8,372	201,31	1586,2	87.545
	2×4	27,415	14,682	363,75	2759,6	156.362
	3×4	40,800	22,110	533,75	4003,7	230.383
	4×4	53,162	28,312	692,67	5171,4	298.435
10 KATLI	1×1	4,045	2,356	57,46	480,7	24.946
	1×2	7,508	4,392	106,56	862,48	45.925
	1×3	12,609	7,445	171,22	1355,9	74.663
	1×4	16,675	9,825	223,68	1762,4	97.830
	2×4	30,709	17,028	404,16	3066,2	175.033
	3×4	46,657	26,949	598,95	4485,2	262.492
	4×4	62,338	33,011	787,19	5890,3	343.053

Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi

	X × Y	İNCE DONATI (ton)	KALIN DONATI (ton)	BETON (m <sup>3</sup> )	KALIP (m <sup>2</sup> )	ASMOLEN (adet)	TUTAR (TL)
1 KATLI	1×1	0,531	0,154	4,26	38,49	203	2.374
	1×2	1,016	0,184	7,74	67,73	406	4.261
	1×3	1,446	0,237	11,22	96,96	609	6.105
	1×4	1,894	0,288	14,7	126,2	812	7.971
	2×4	3,551	0,573	27,42	226,25	1624	14.931
	3×4	5,106	0,809	39,24	319,26	2436	21.439
	4×4	6,650	1,074	51,24	413,48	3248	28.018
2 KATLI	1×1	1,111	0,243	8,52	76,98	406	4.726
	1×2	2,061	0,349	15,48	135,46	812	8.535
	1×3	2,937	0,455	22,44	193,92	1218	12.245
	1×4	3,839	0,561	29,4	252,4	1624	15.990
	2×4	7,115	1,198	54,67	452,5	3248	29.920
	3×4	10,286	1,830	78,85	658,52	4872	43.588
	4×4	13,370	2,421	103,03	835,96	6496	56.712

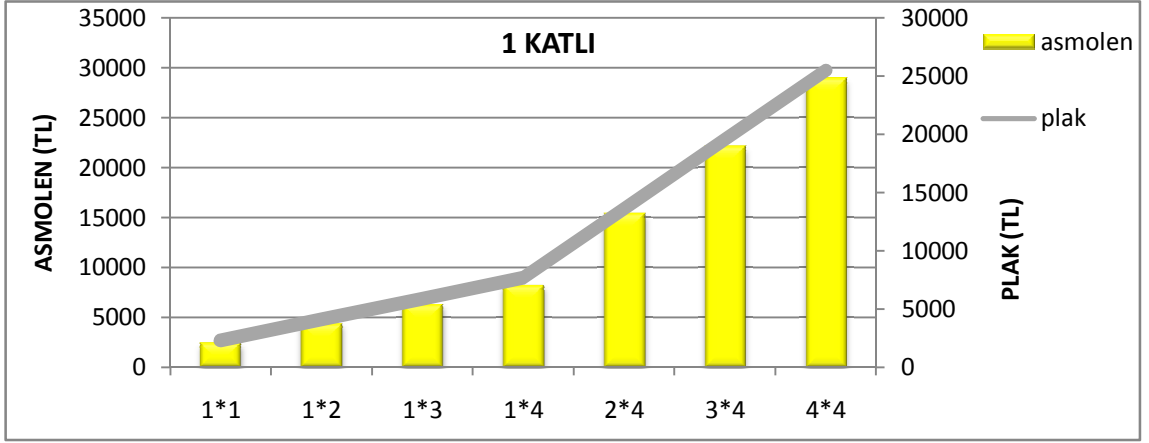
Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı)

	<b>X × Y</b>	<b>İNCE DONATI (ton)</b>	<b>KALIN DONATI (ton)</b>	<b>BETON (m<sup>3</sup>)</b>	<b>KALIP (m<sup>2</sup>)</b>	<b>ASMOLEN (adet)</b>	<b>TUTAR (TL)</b>
<b>3 KATLI</b>	1×1	1,669	0,389	12,78	115,47	609	7.125
	1×2	3,120	0,564	23,26	205,19	1218	12.929
	1×3	4,431	0,777	33,74	290,88	1827	18.544
	1×4	5,793	0,957	44,35	378,6	2436	24.232
	2×4	10,872	2,050	83,94	678,75	4872	45.830
	3×4	16,197	2,922	125,88	997,78	7308	68.119
	4×4	20,914	4,076	162,88	1295,44	9744	88.825
<b>4 KATLI</b>	1×1	2,244	0,568	17,04	163,96	812	9.722
	1×2	4,292	0,969	32,93	280,92	1624	18.141
	1×3	6,055	1,431	47,67	387,84	2436	25.926
	1×4	8,268	1,866	65,33	504,8	3248	34.924
	2×4	15,103	3,178	117,49	1003,24	6496	64.778
	3×4	21,711	4,931	167,84	1346,04	9744	92.581
	4×4	28,039	7,326	218,05	1723,92	12992	121.304
<b>5 KATLI</b>	1×1	2,888	0,900	22,94	212,45	1015	12.905
	1×2	5,604	1,640	44,06	348,65	2030	24.052
	1×3	7,921	2,270	64,3	484,8	3045	34.358
	1×4	10,698	2,961	85,31	681	4060	46.282
	2×4	19,422	4,921	152,27	1181,25	8120	82.987
	3×4	28,053	7,022	220,33	1632,3	12180	119.309
	4×4	36,169	9,464	285,99	2137,4	16240	155.679
<b>6 KATLI</b>	1×1	3,654	1,453	29,5	260,94	1236	16.685
	1×2	7,038	2,621	55,3	426,38	2436	30.696
	1×3	10,283	3,539	81,38	581,76	3654	44.118
	1×4	13,758	4,310	108,69	787,2	4872	58.518
	2×4	24,476	7,120	192,17	1457,5	9744	104.976
	3×4	35,477	10,912	278,01	2025,56	14616	152.225
	4×4	45,791	14,010	364,92	2180,88	19488	192.432
<b>7 KATLI</b>	1×1	4,518	1,641	36,74	302,68	1218	19.897
	1×2	8,711	3,072	68,27	546,21	2842	37.797
	1×3	13,513	5,492	111,76	816,41	4263	60.091
	1×4	16,553	6,379	133,07	1047,24	5684	73.544
	2×4	29,866	10,854	238,12	1810,22	11368	131.544
	3×4	42,826	15,289	344,6	2496,45	17052	188.266
	4×4	54,834	19,297	449,6	3105,94	22736	241.870

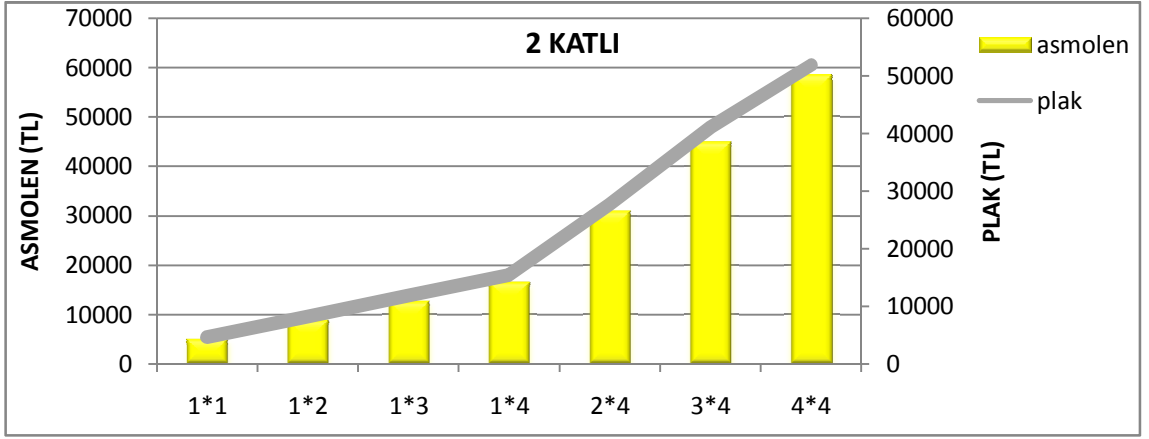
Çizelge 4.3. Asmolen döşemeli modellerin metraj ve maliyet çizelgesi (devamı)

	X × Y	İNCE DONATI (ton)	KALIN DONATI (ton)	BETON (m <sup>3</sup> )	KALIP (m <sup>2</sup> )	ASMOLEN (adet)	TUTAR (TL)
<b>8 KATLI</b>	1×1	5,523	2,188	43,28	355,04	1624	24.223
	1×2	10,431	4,513	83,77	650,96	3248	46.545
	1×3	16,041	7,643	132,26	957,04	4872	72.432
	1×4	19,758	8,243	159,15	1216,9	6496	87.968
	2×4	35,471	14,160	286,55	2073,78	12992	157.099
	3×4	50,931	22,628	419,54	2910,18	19488	230.044
	4×4	65,470	25,751	537,83	3690,34	25984	291.227
<b>9 KATLI</b>	1×1	6,345	2,836	51,61	419,94	1827	28.712
	1×2	10,516	4,634	85,06	742,59	3654	48.646
	1×3	18,684	9,484	152,19	1097,19	5481	84.405
	1×4	23,220	10,157	188,74	1373,18	7308	103.248
	2×4	40,593	17,312	331,99	2343,67	14616	181.354
	3×4	57,854	24,268	473,65	3284,21	21924	258.372
	4×4	73,815	30,053	606,73	4162,43	29232	329.743
<b>10 KATLI</b>	1×1	7,609	3,694	63,57	491,2	2030	34.799
	1×2	14,517	7,579	117,87	866,4	4060	65.780
	1×3	21,153	11,151	172,88	1241,9	6090	96.099
	1×4	26,492	12,194	214,66	1565,3	8120	118.261
	2×4	45,934	22,643	382,85	2613,98	16240	209.799
	3×4	65,979	29,087	539,28	3674,53	24360	294.842
	4×4	88,732	38,976	722,53	4733,2	32480	392.860

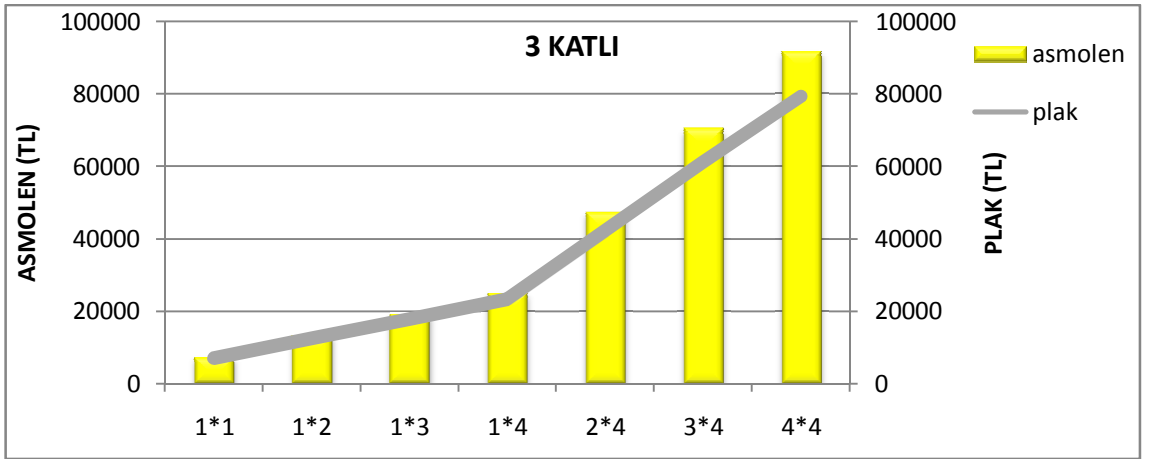
Asmolen ve plak döşeme maliyet hesaplamalarında kalıp, işçilik ve asmolen adedi maliyetlere etki edeceğinden bu çalışmada demir ve beton maliyetlerine ilave olarak ayrıca dikkate alınmıştır. Hesaplamalarda kalıbın maliyete etkisi 13 TL/m<sup>2</sup>, asmolen adedi 1 TL/adet olarak alınmıştır. Piyasada yaygın olarak kalıp, demir ve beton işçilikleri betonun toplam m<sup>3</sup>'ü üzerinden birlikte hesaplanarak ödendiğinden, bu çalışmada işçilik tutarı için piyasada yaygın kullanılan yöntem yani 80 TL/m<sup>3</sup> dikkate alınarak maliyet hesaplamalarına katılmıştır.



Şekil 4.3a: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (1 katlı)

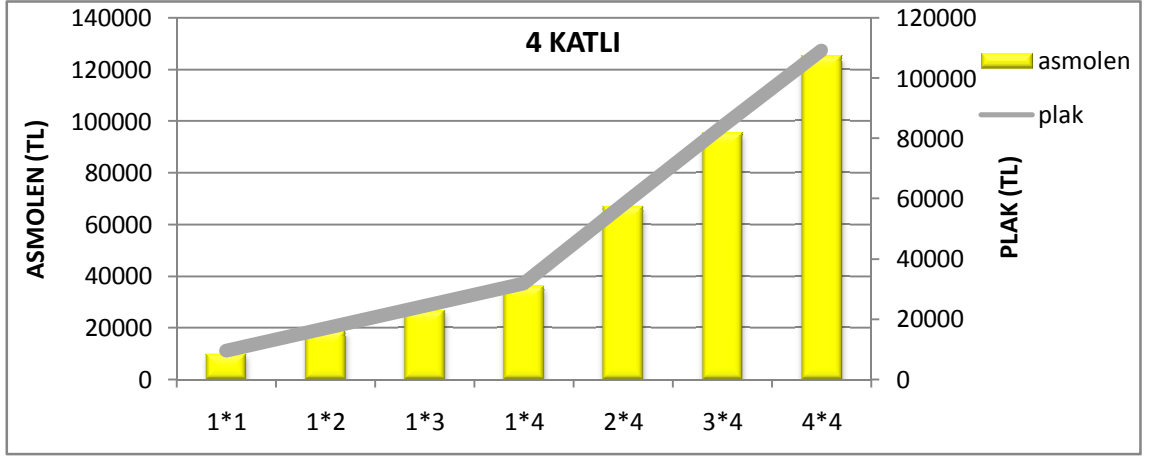


Şekil 4.3b: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (2 katlı)

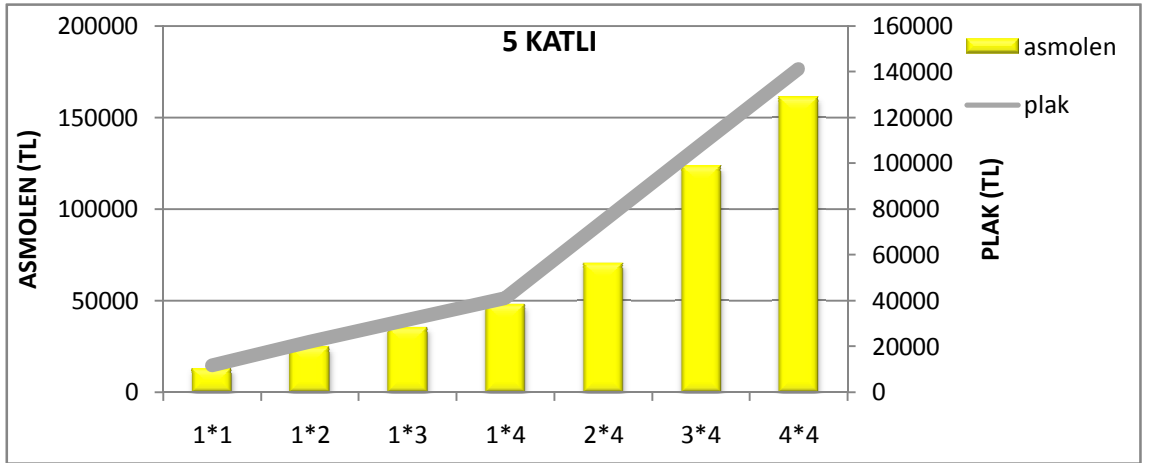


Şekil 4.3c: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (3 katlı)

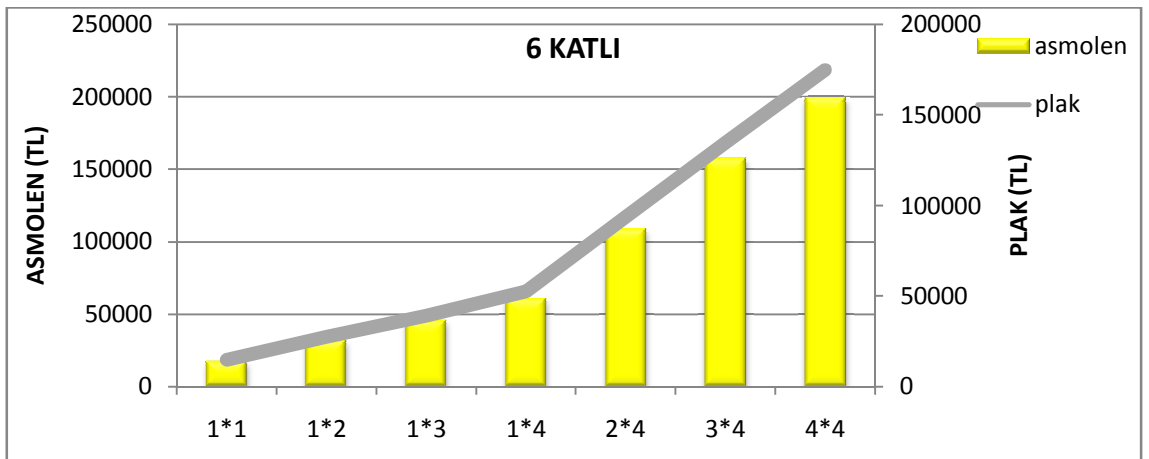




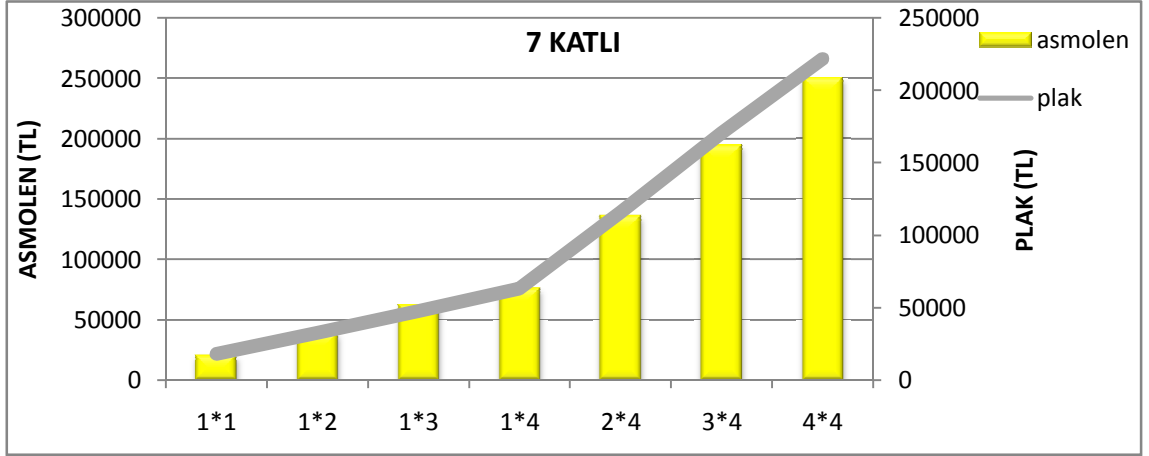
Şekil 4.3d: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (4 katlı)



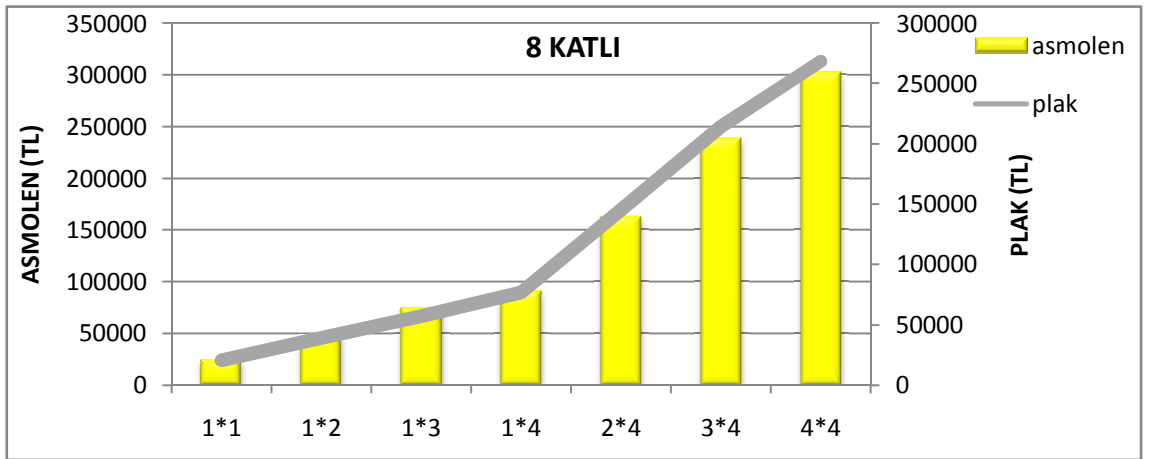
Şekil 4.3e: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (5 katlı)



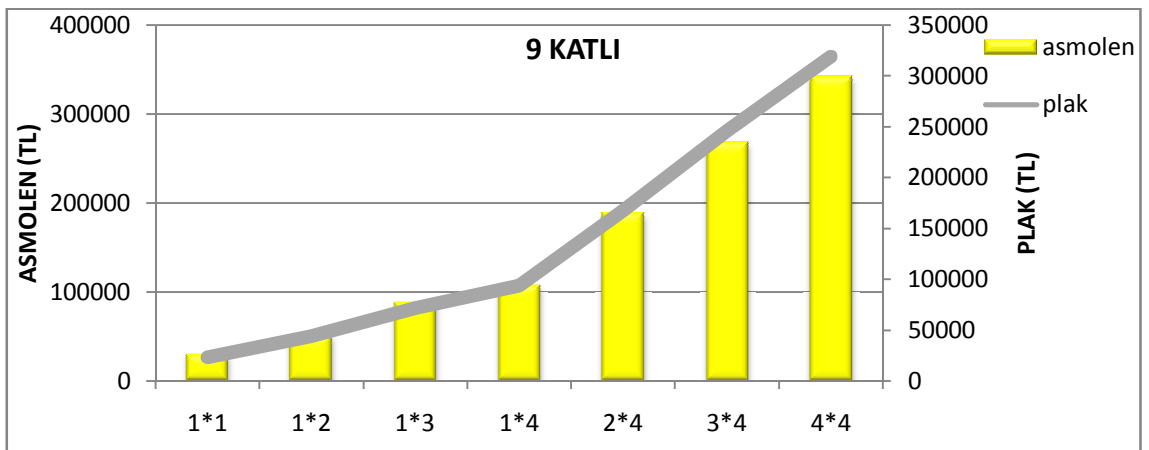
Şekil 4.3f: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (6 katlı)



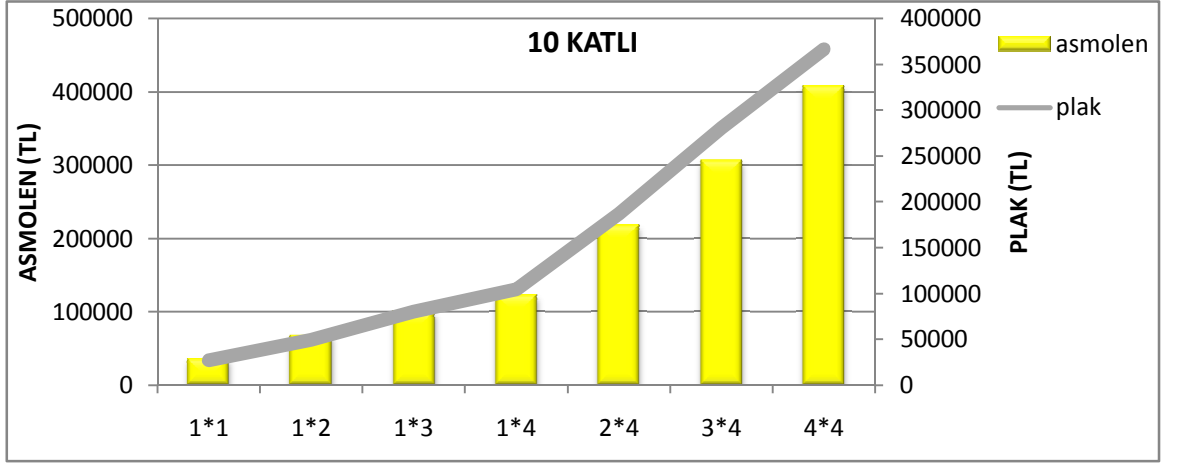
Şekil 4.3g: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (7 katlı)



Şekil 4.3h: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (8 katlı)



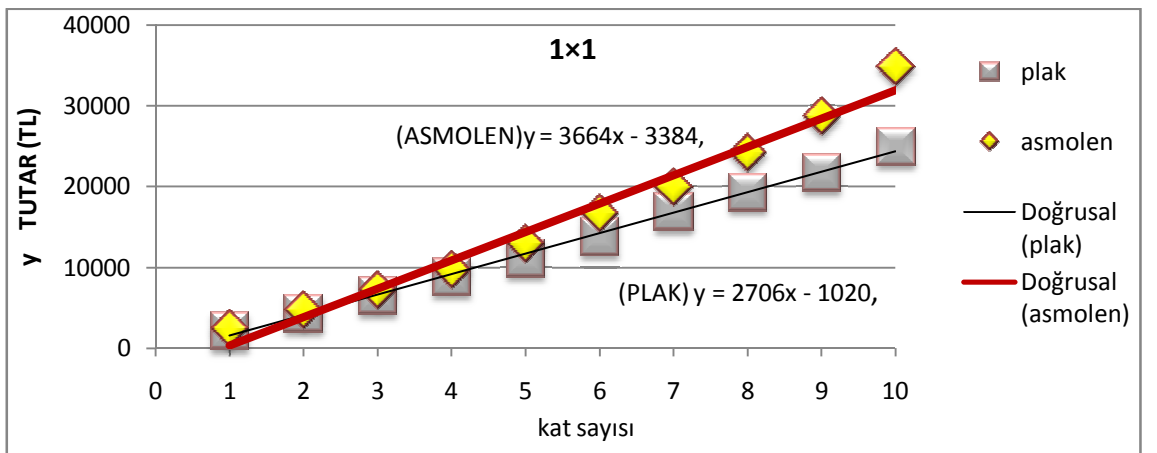
Şekil 4.3i: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (9 katlı)



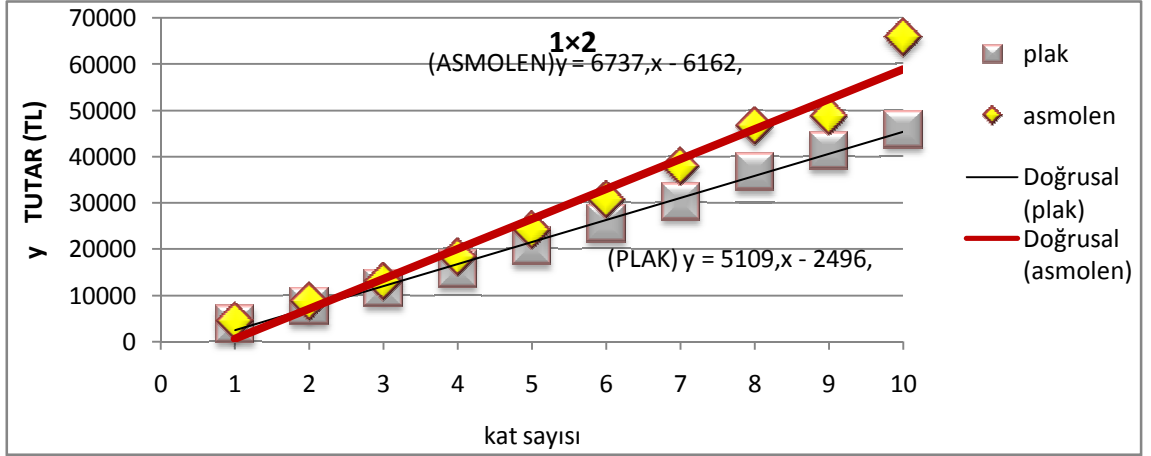
Şekil 4.3j: Asmolen ve plak döşeme maliyet sonuçları (10 katlı)

Çizelge 4.2’de sunulan plak döşemeli maliyetler Şekil 4.3a-j üzerinde sol tarafta, Çizelge 4.3’te sunulan asmolen döşemeli maliyetler ise Şekil 4.3a-j üzerinde sağ tarafta aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.

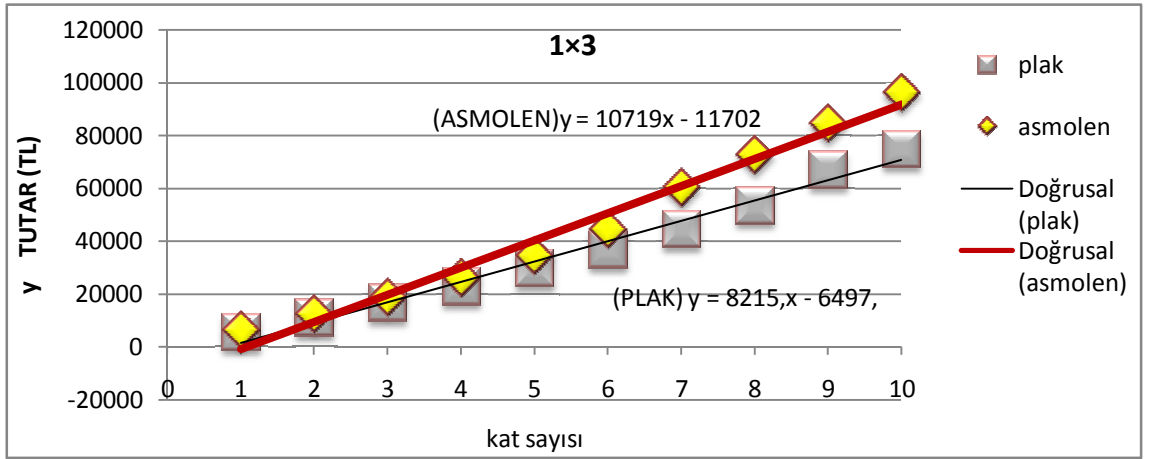
Bu çalışmada maliyet değişimlerini yaklaşık sağlayan eğriler doğrusal olarak dikkate alınmıştır. Döşemelerin katlara göre lineer değişimlerini formüle eden eğriler ve bu eğrileri veren denklemler de Şekil 4.4a-g’de üzerinde gösterilmiştir. Şekil 4.4a-g’de görüleceği üzere, buradaki parametrik çalışmadaki maliyet eğrilerine göre; asmolen ve plak döşeme doğrusal maliyet eğrilerinin 3 kata kadar neredeyse aynı çıktığı söylenebilir. Buna göre, 3 kattan sonra maliyette sapmaların gerçekleşmektedir.



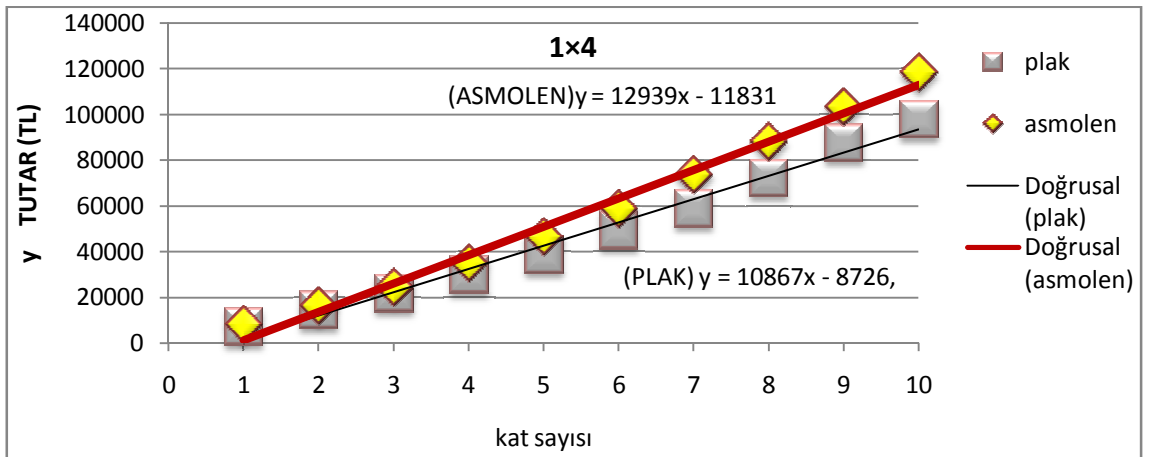
Şekil 4.4.a: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x1 açıklıklı)



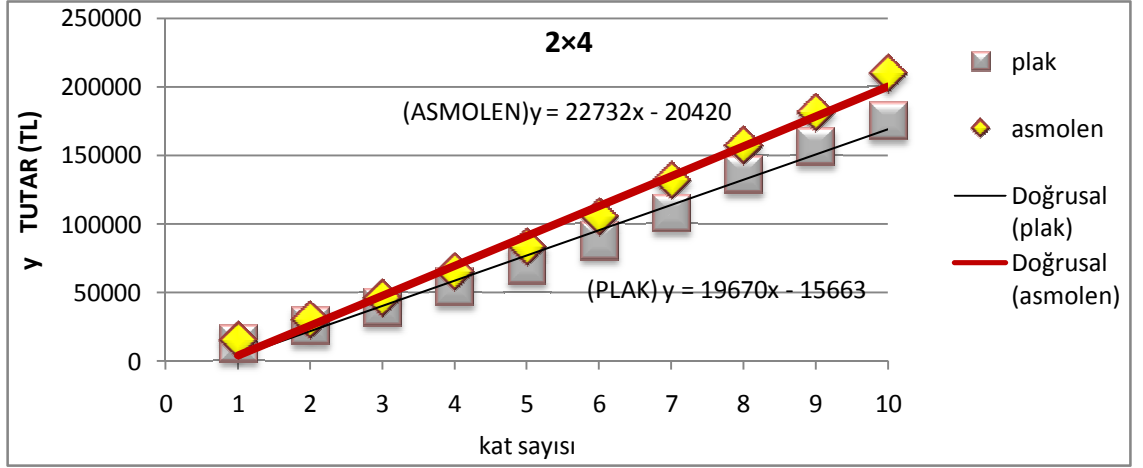
Şekil 4.4.b: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x2 açıklıklı)



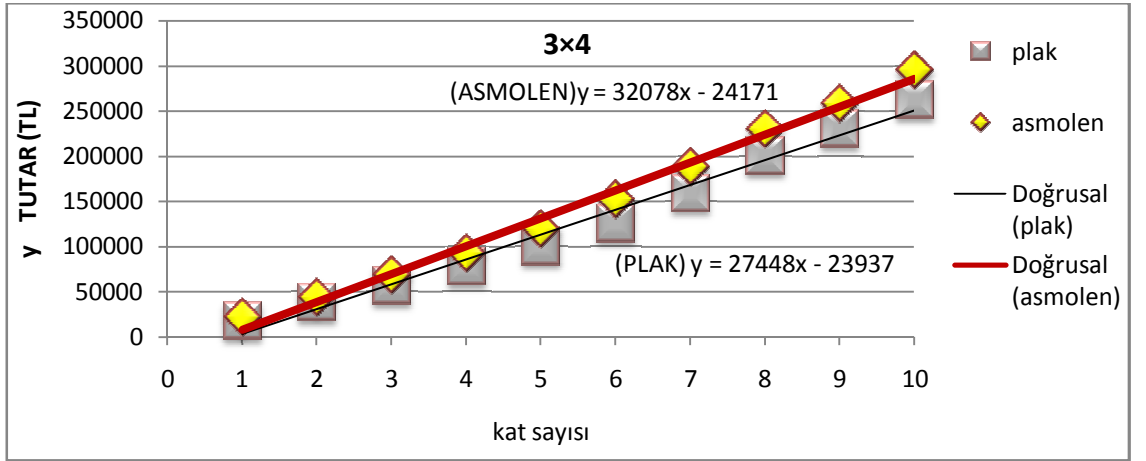
Şekil 4.4.c: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x3 açıklıklı)



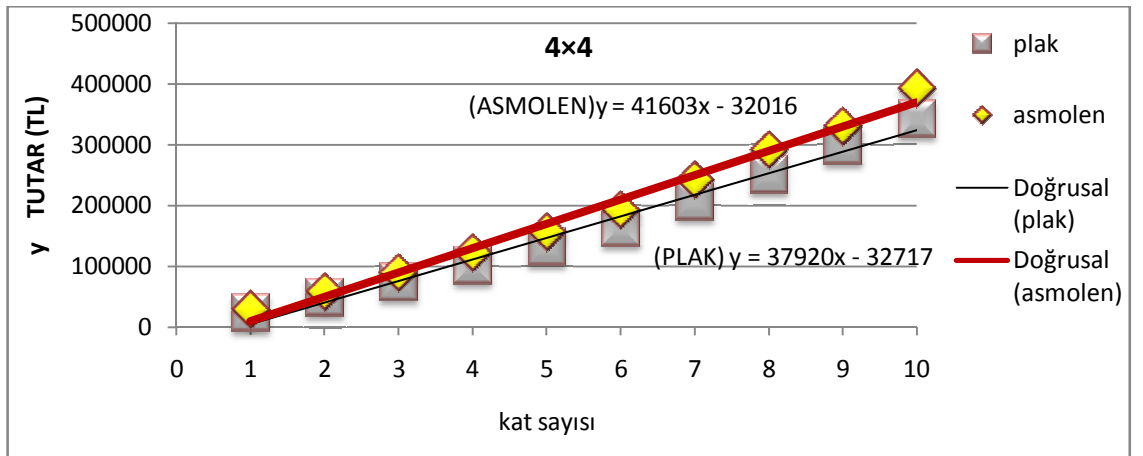
Şekil 4.4.d: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1x4 açıklıklı)



Şekil 4.4.e: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (2x4 açıklıklı)



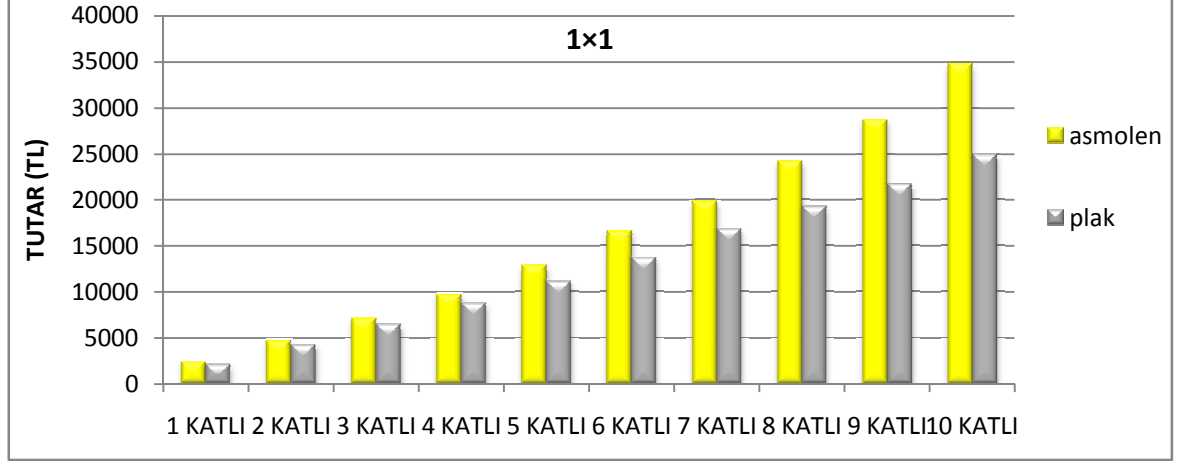
Şekil 4.4.f: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (3x4 açıklıklı)



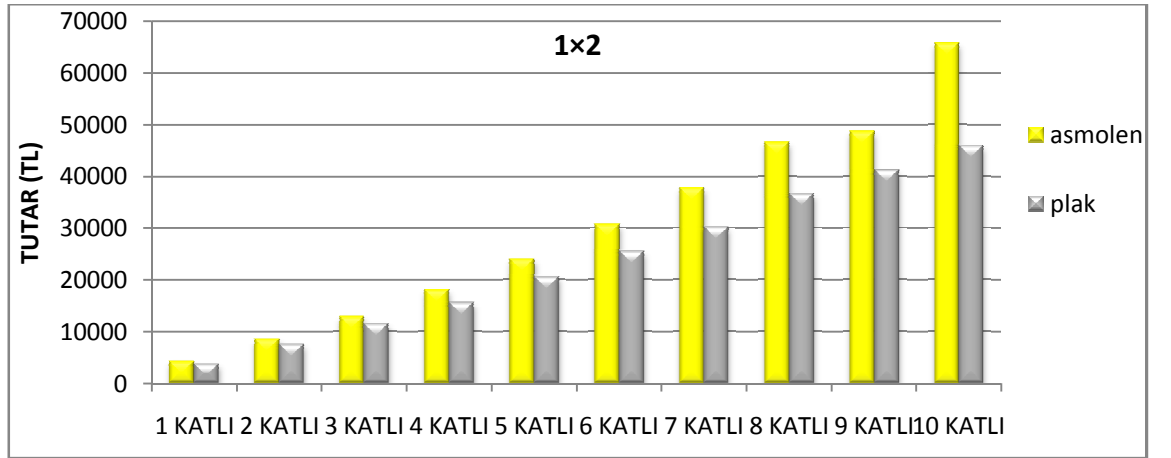
Şekil 4.4.g: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (4x4 açıklıklı)

### 4.3. Parametrik Çalışma Maliyet Analizlerinden Elde Edilen Bulgular

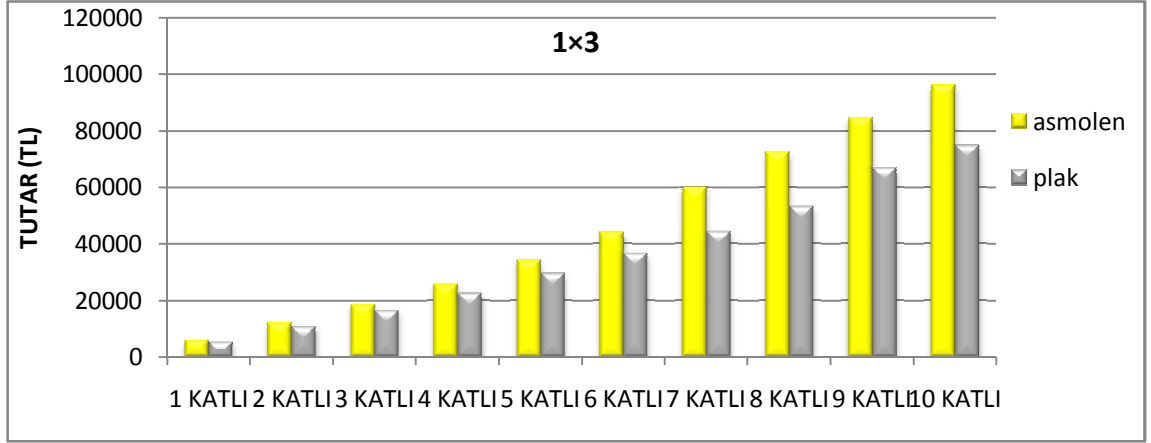
Asmolen ve plak döşeme olarak tasarlanan aynı açıklıktaki yapıların katlara göre maliyet değişikliğini gösteren grafikler şekil 4.5a-g’de sunulmuştur.



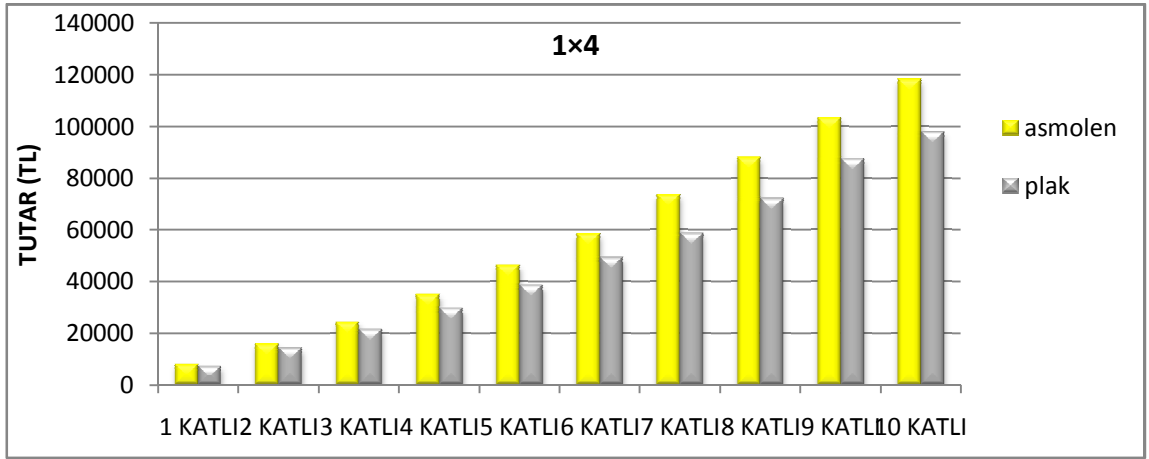
Şekil 4.5a: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×1 açıklıklı)



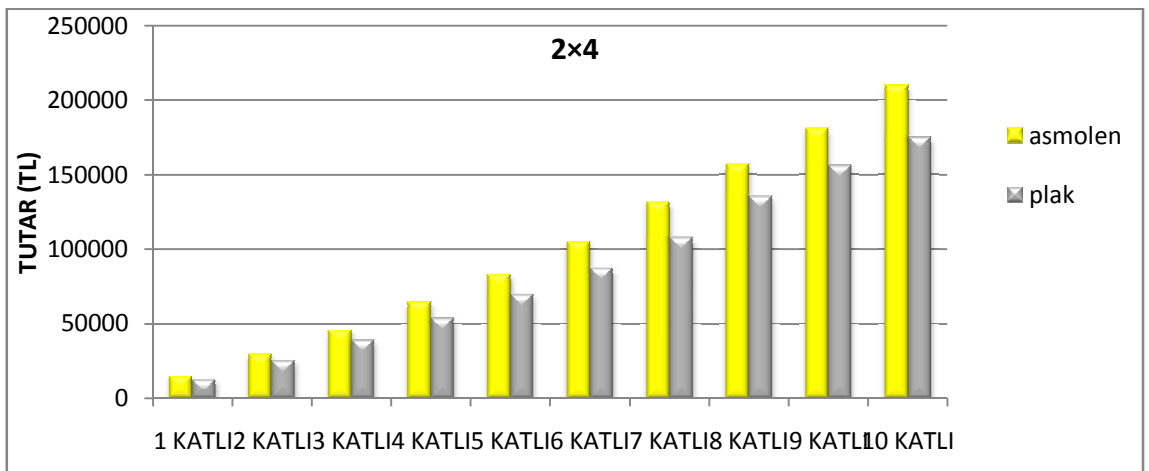
Şekil 4.5b: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×2 açıklıklı)



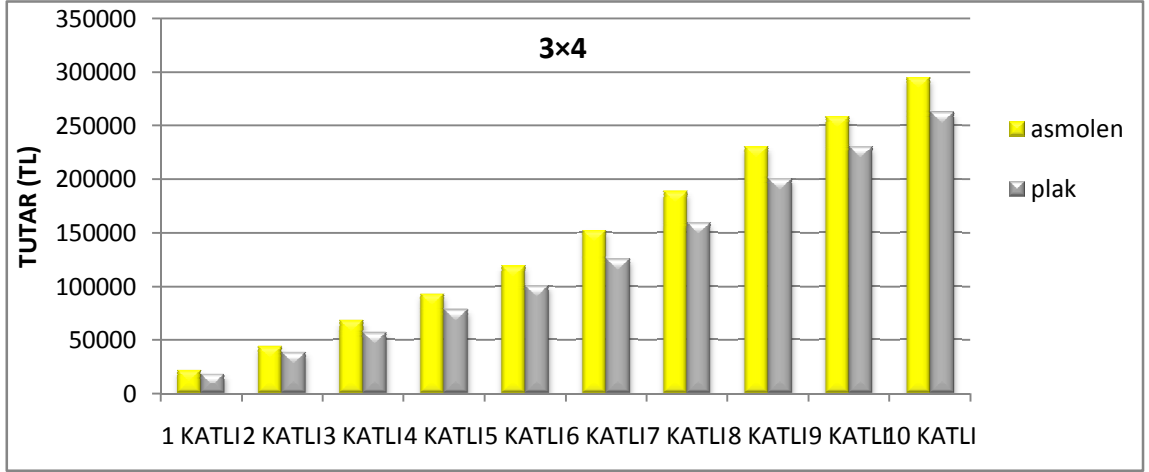
Şekil 4.5c: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×3 açıklıklı)



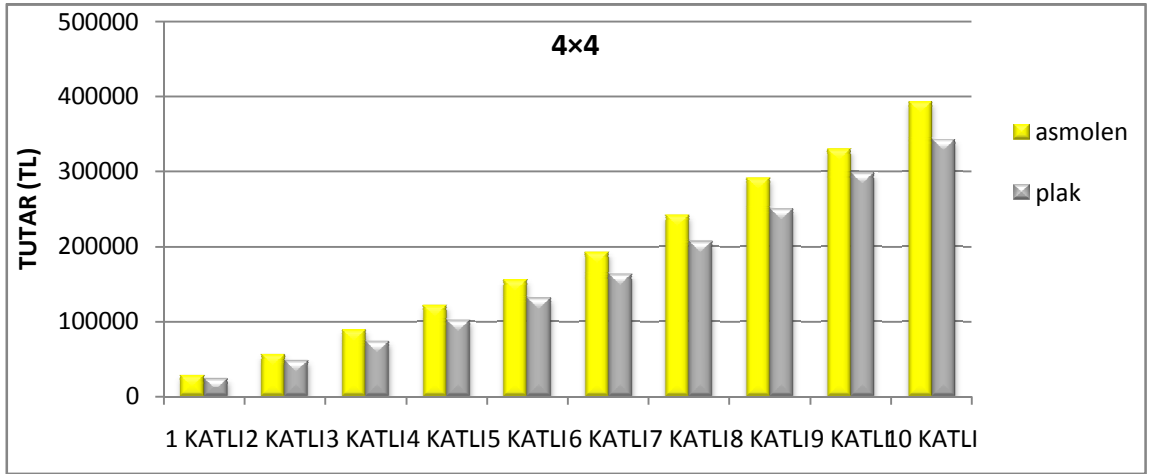
Şekil 4.5d: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (1×4 açıklıklı)



Şekil 4.5e: Asmolen ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (2×4 açıklıklı)



Şekil 4.5f: Asmolon ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (3×4 açıklıklı)

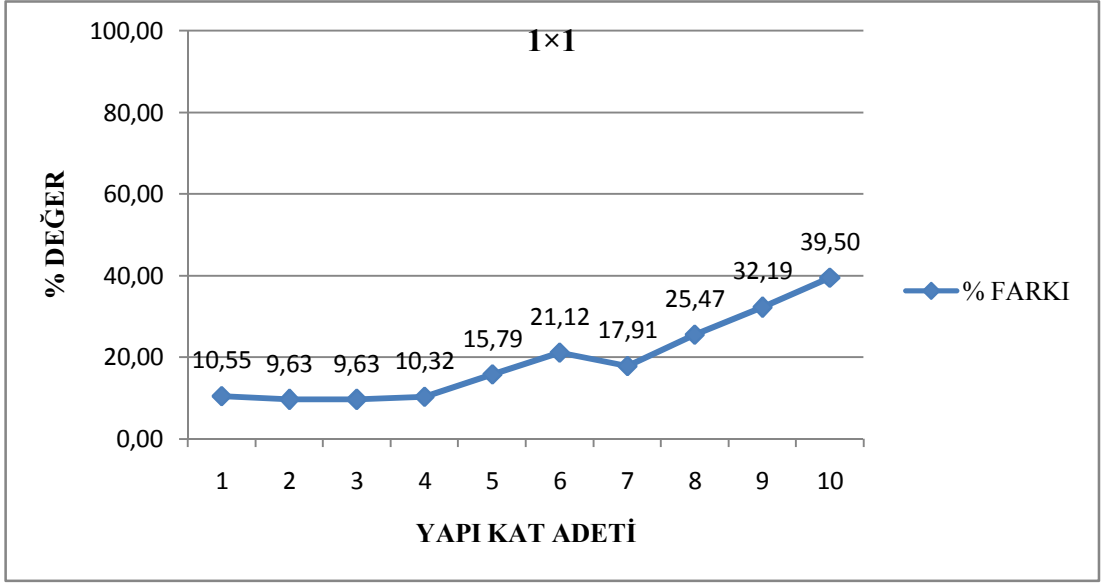


Şekil 4.5g: Asmolon ve plak döşemeye ait çeşitli açıklık maliyet eğrileri (4×4 açıklıklı)

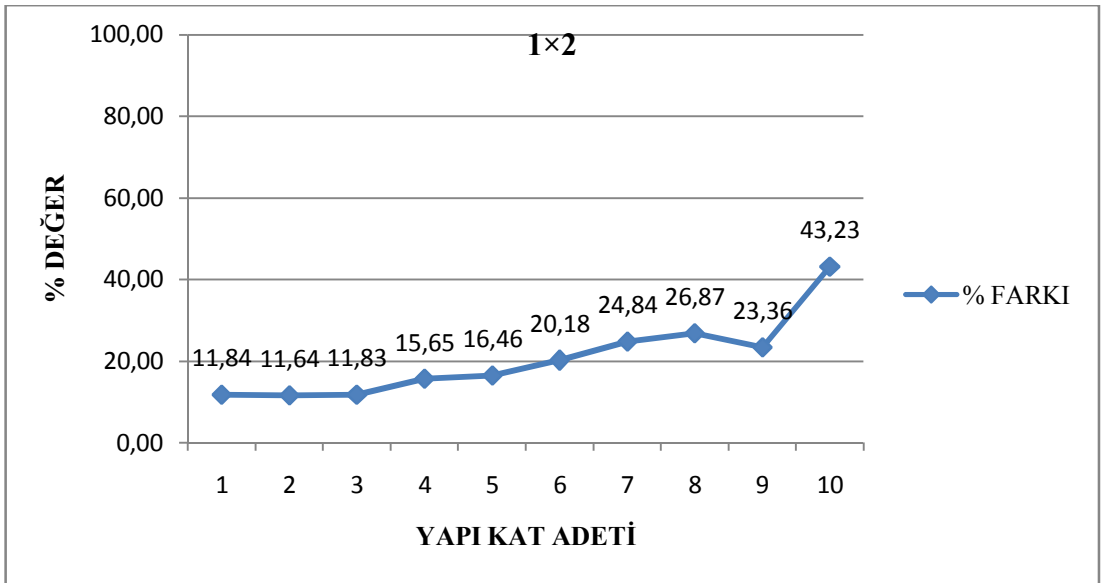
Bu çalışmada, yürütülen parametrik hesaplamalara göre; x ve y yönlerindeki açıklık sayılarından bağımsız olarak üç kata kadar asmolen ve plak tip döşemelerde maliyetlerin yaklaşık yakın çıktığı, üç kattan itibaren asmolen döşeme maliyetinin arttığı görülmüştür (Şekil 4.5a-g).

Asmolon döşemenin plak döşemeye göre 10 kata kadar maliyet farkları oransal olarak x×y açıklık değerlerine göre Şekil 4.6a-g'de ayrı ayrı sunulmuştur.

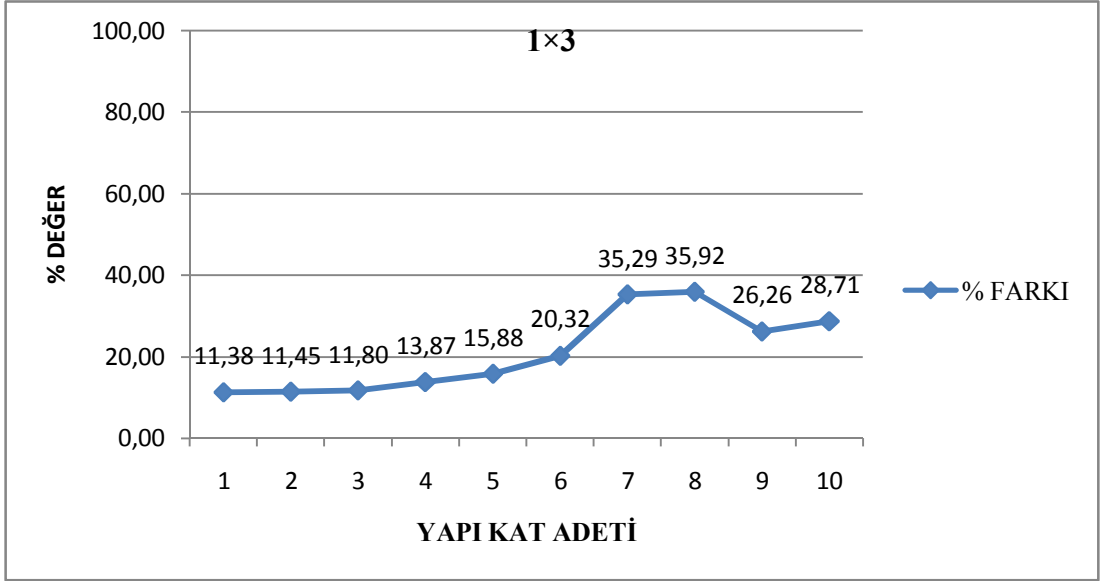




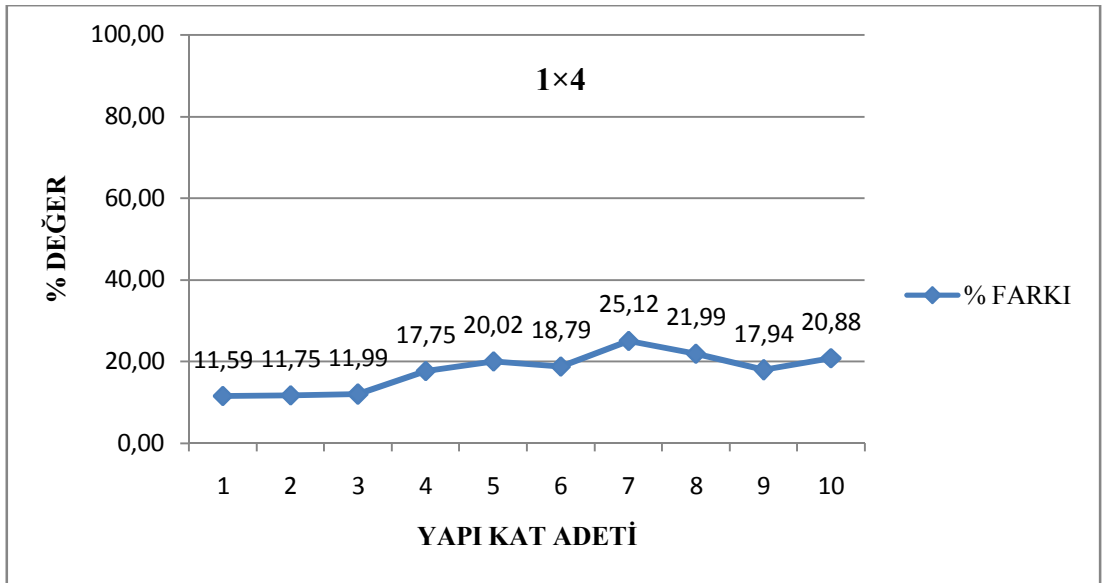
Şekil 4.6a: Asmolten döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×1 açıklıklı)



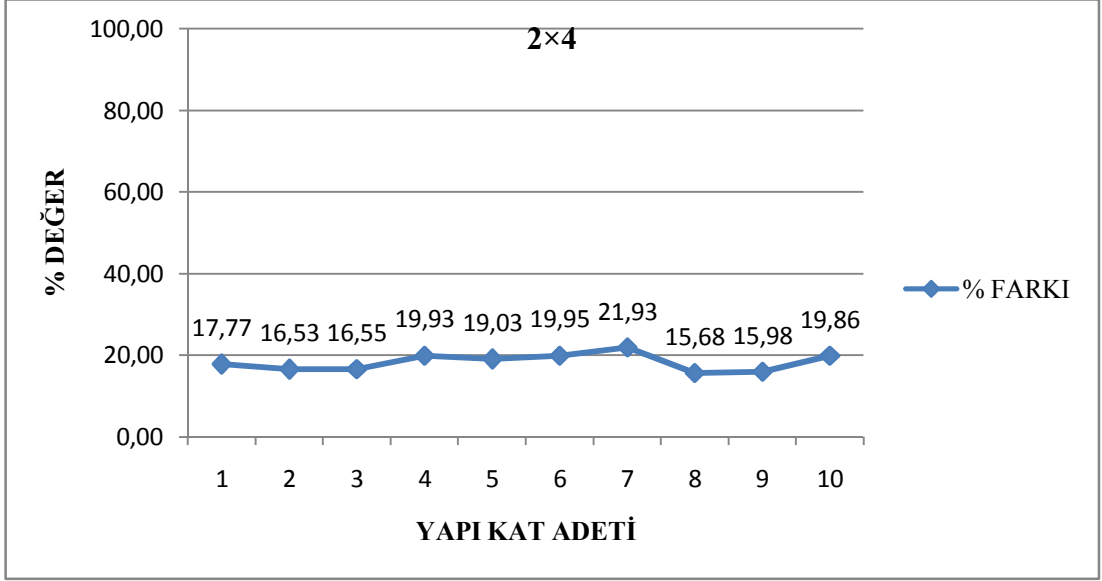
Şekil 4.6b: Asmolten döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×2 açıklıklı)



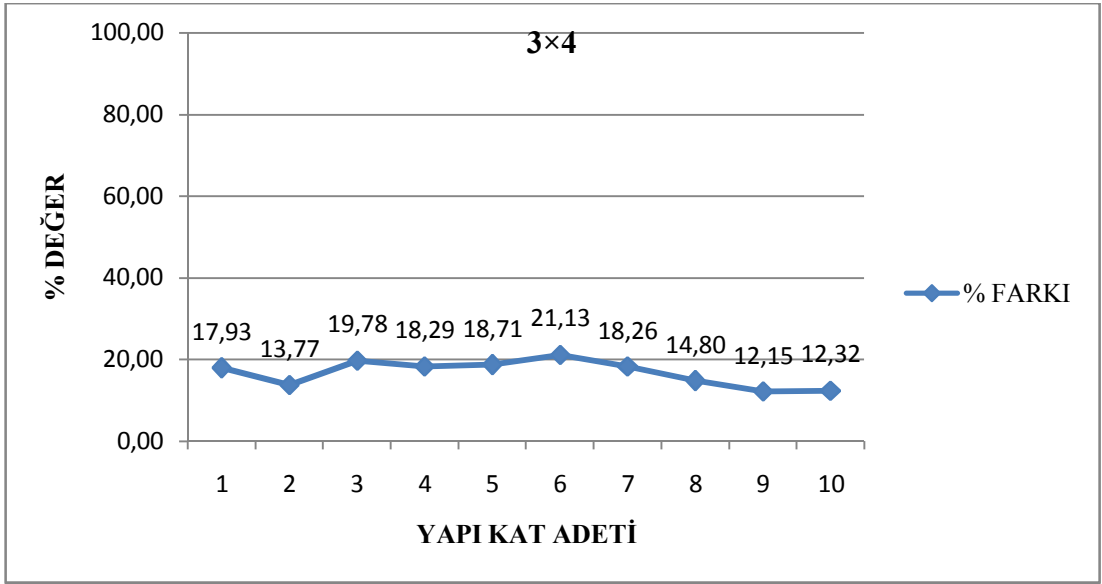
Şekil 4.6c: Asmol en döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×3 açıklıklı)



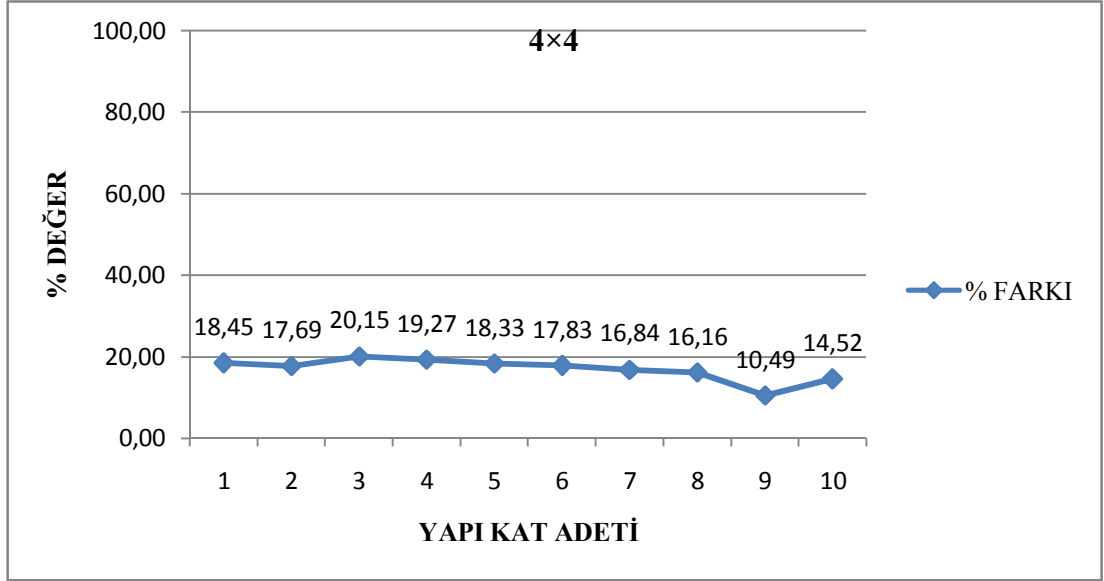
Şekil 4.6d: Asmol en döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (1×4 açıklıklı)



Şekil 4.6e: Asmol en döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (2×4 açıklıklı)



Şekil 4.6f: Asmol en döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (3×4 açıklıklı)



Şekil 4.6g: Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet farkı (4×4 açıklıklı)











Yukarıda öngörülen sabitler ve değişkenler dikkate alınarak yapılan analizler neticesinde; x yönünde bir açıklık sabit tutularak y yönünde açıklık arttırıldığında; 1×1 açıklık için %10,55-39,50, 1x2 açıklık için %11,84-43,23, 1×3 açıklık için %11,38-35,92 ve 1×4 açıklık için %11,59-25,12 şeklinde elde edilmektedir. Ancak, uygulamalarda bir açıklık sabit olması haliyle neredeyse hiç karşılaşılmamakta olduğundan, döşeme tiplerinin maliyet karşılaştırmalarında bir açıklık için çıkan sonuçlar göz önüne alınmayacaktır. Diğer yandan, x×y yönündeki açıklıklara göre elde edilen oransal sonuçlar; 2×4 açıklık için %11,68-21,93, 3×4 açıklık için %12,15-21,13 ve 4×4 açıklık için %10,49-20,15 şeklindedir. Dikkate alınan parametrik çalışmada, iki ile dört açıklık arası 10 kata kadar değişen model sonuçlarına göre; asmolen döşemenin plak döşemeye göre %10,49-21,93 oranında fazla maliyete neden olduğu tespit edilmiştir.

## 5. TASARLANMIŞ GERÇEK YAPILARDA ASMOLLEN/PLAK DÖŞEME DÖNÜŞÜMLERİNİN YAPI MALİYETİNE ETKİSİ

### 5.1. İncelenen Gerçek Yapılar

Maliyet açısından farkın ortaya konulması için güncel deprem yönetmeliğine (DBYBHY, 2007) ve standarda (TS-500, 2000) göre projeleri tasarlanmış, farklı kat sayılarına sahip, beşi asmolen ve beşi plak döşeme tipinde olmak üzere toplam on farklı binanın projeleri seçilmiştir (Çizelge 5.1).

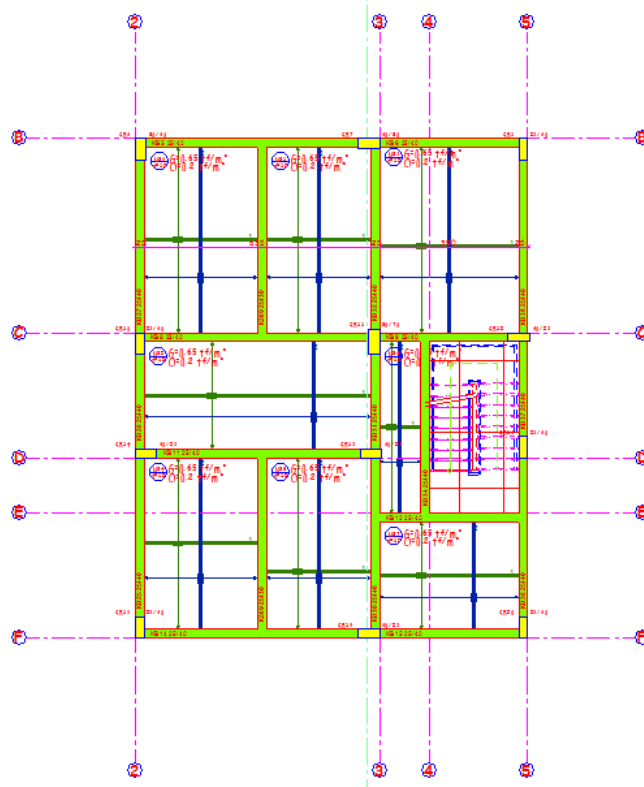
Çizelge 5.1. Seçilen yapıların teknik özellikleri

	BK	KA	BS <sup>3</sup> MPa	İA <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	DB	ZBA t/m <sup>3</sup>	YK <sup>7</sup> t/m <sup>3</sup>	ZEG t/m <sup>2</sup>	ZS	MPDT	DDT <sup>11</sup>
	A	4	30	817	1	1,9	3000	18	Z2	Asmolen	Plak
	B	4	25	686	1	2,1	1500	10	Z4	Asmolen	Plak
	C	4	25	949	1	2,1	4000	16	Z3	Asmolen	Plak
	D	6	25	1243	1	2,1	3000	16	Z3	Asmolen	Plak
	E	6	25	1958	4	2,1	3000	15	Z3	Plak	Asmolen
	F	7	25	2678	4	2,1	1500	30	Z2	Plak	Asmolen
	G	6	25	3173	1	2,1	4000	16	Z3	Asmolen	Plak
	H	16	25	6191	4	2,1	9000	25	Z2	Plak	Asmolen
	I	13	25	9181	4	2,1	9000	30	Z2	Plak	Asmolen
	J	14	30	10899	4	2,1	2500	15,6	Z3	Plak	Asmolen

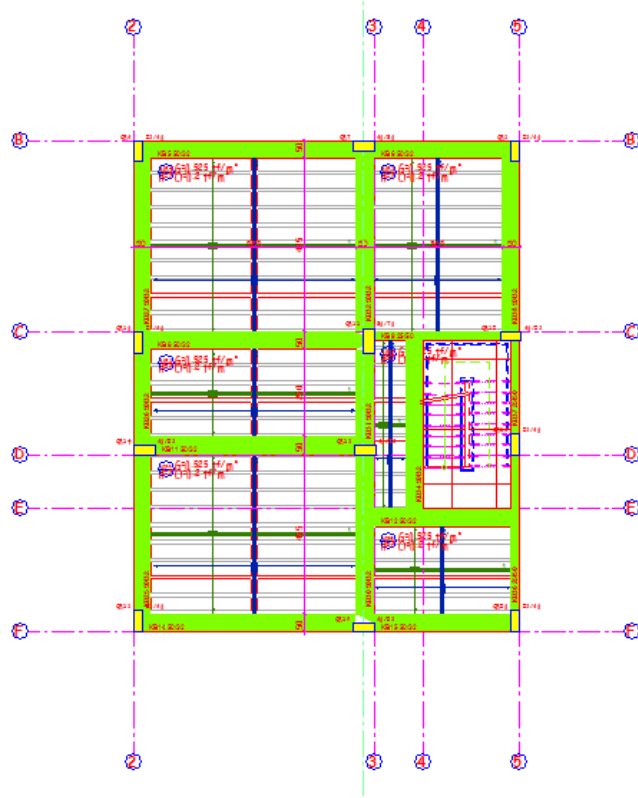
<sup>1</sup>Bina Kodu, <sup>2</sup>Kat adeti, <sup>3</sup>Beton Sınıfı, <sup>4</sup>İnşaat Alanı, <sup>5</sup>Deprem Bölge Sınıfı, <sup>6</sup>Zemin birim ağırlığı, <sup>7</sup>Yatak katsayısı, <sup>8</sup>Zemin Emniyet Gerilmesi, <sup>9</sup>Zemin Sınıfı, <sup>10</sup>Mevcut Projedeki Döşeme Tipi, <sup>11</sup>Dönüştürülen Döşeme Tipi

Çizelge 5.1’de sunulan bina kod sıralamaları, yapıların artan maliyet miktarına göre yapılmıştır. Yapı stokunun genelini yansıtabilmek için, piyasada yaygın kullanılan yapı sistem ve malzemelerinin tercih edildiği, Hatay, Adana ve Ankara’da olmak üzere beş farklı tasarımcıya ait projeler tercih edilmiştir. Seçilen yapıların döşemesi plak ise asmolen döşemeye, asmolen ise plak döşemeye dönüştürülmüştür (Şekil 5.1a-e). Bu dönüşüm sonucu taşıyıcı elemanlarda oluşan güncel standart ve yönetmeliğe (DBYBHY, 2007; TS-500, 2000) göre yetersizlikler, ilave eleman konulmadan yapının statikğine sadık kalınarak optimum ölçülerde büyütülerek veya küçültülerek güncel

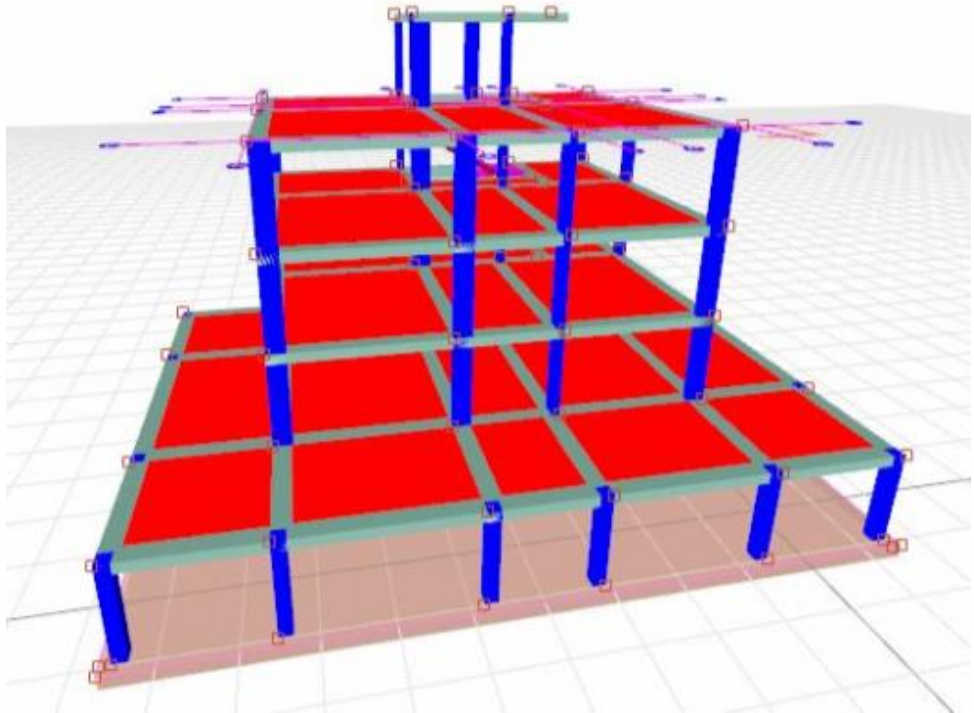
standartların ve deprem yönetmeliği koşullarının sağlanması temin edilmiştir. Böylelikle, mevcut yapının diğer döşeme tipine dönüştürülmesinden oluşan maliyet farkları ortaya konulmuştur.



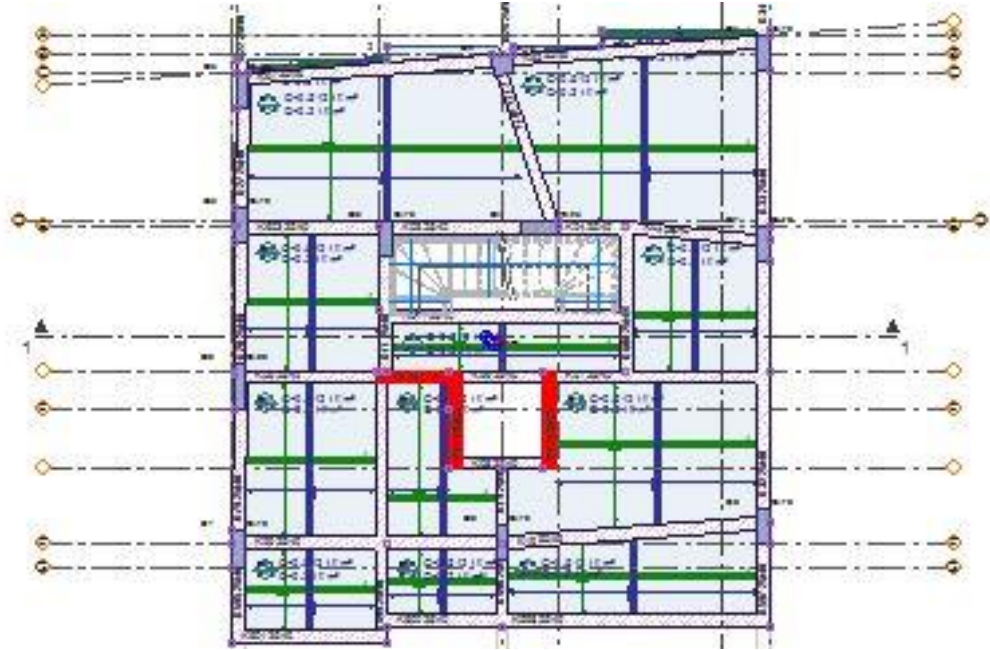
Şekil 5.1. Bina kodu A için plak döşemeli haline ait kalıp planı



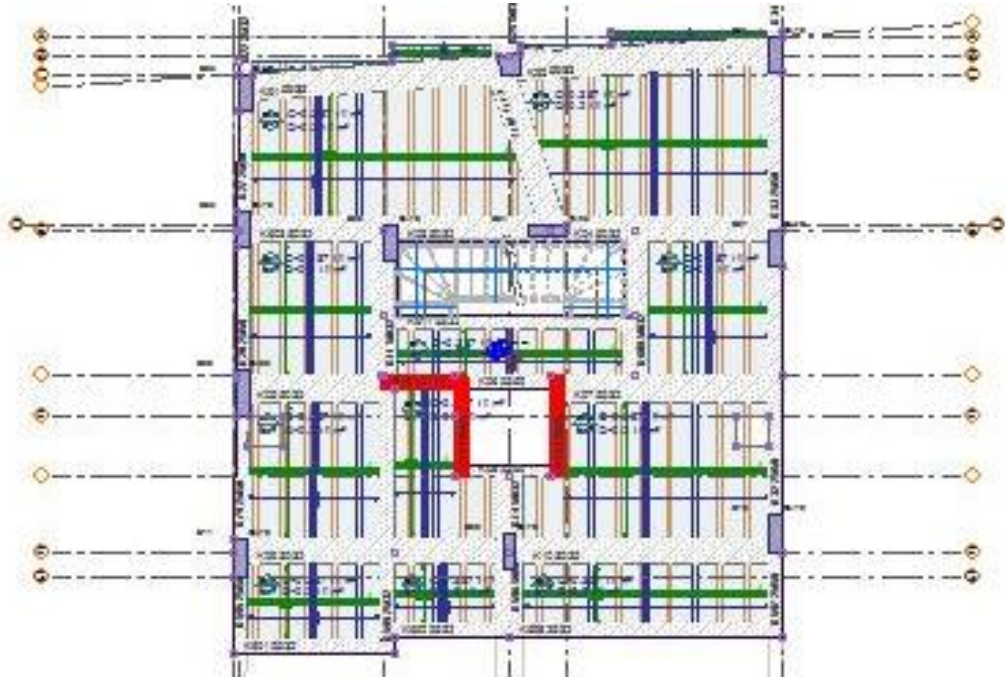
Şekil 5.2. Bina kodu A için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



Şekil 5.3. Bina kodu A olan yapının modeli

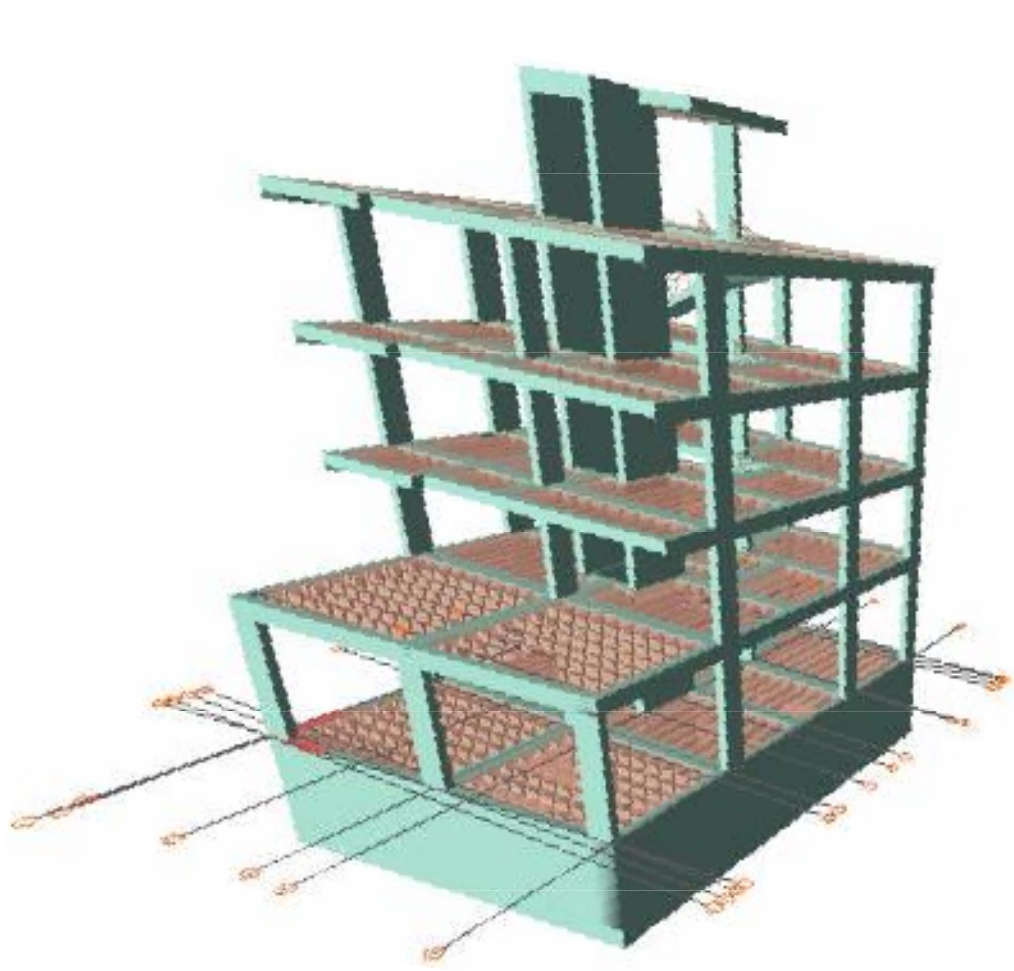


Şekil 5.4. Bina kodu B için plak döşemeli haline ait kalıp planı

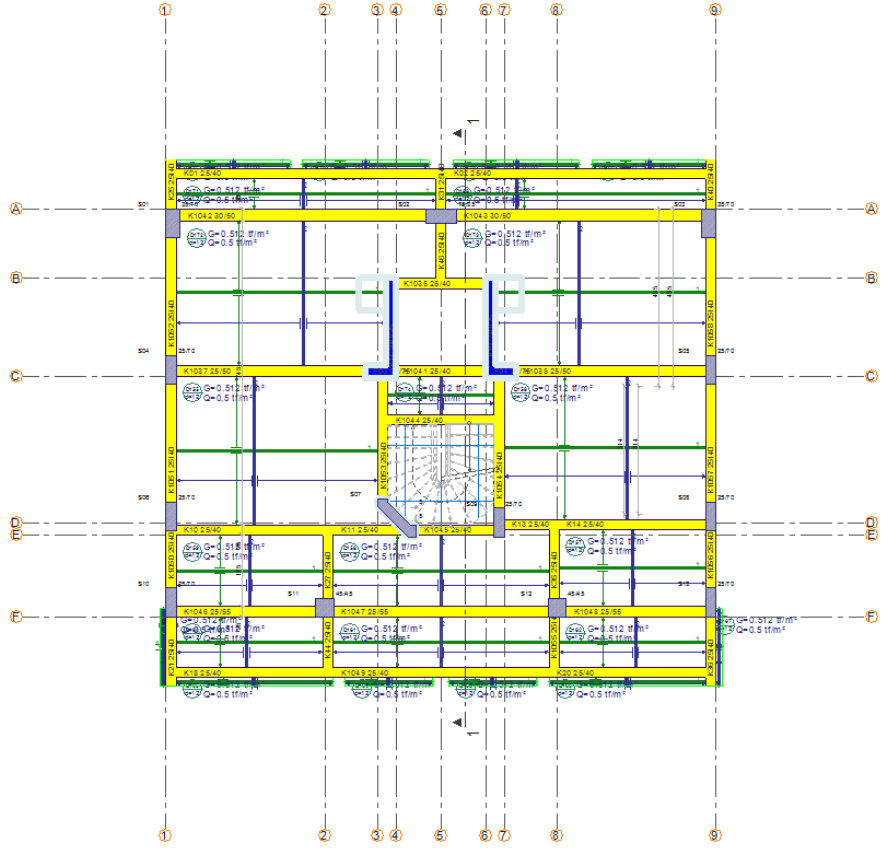


Şekil 5.5. Bina kodu B için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı

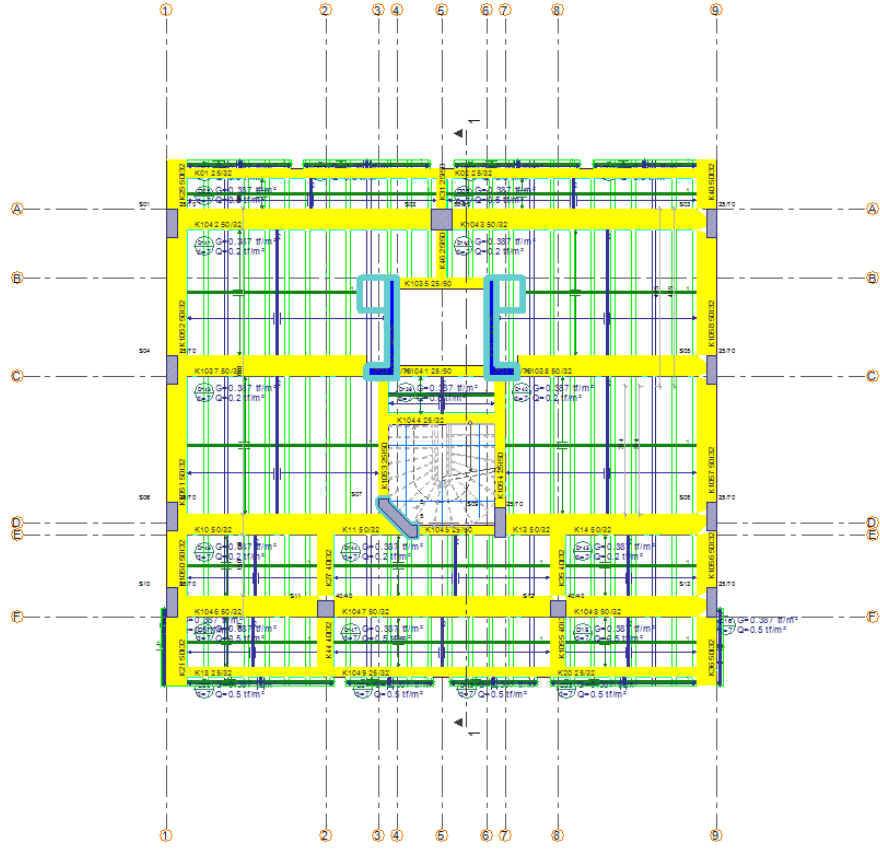




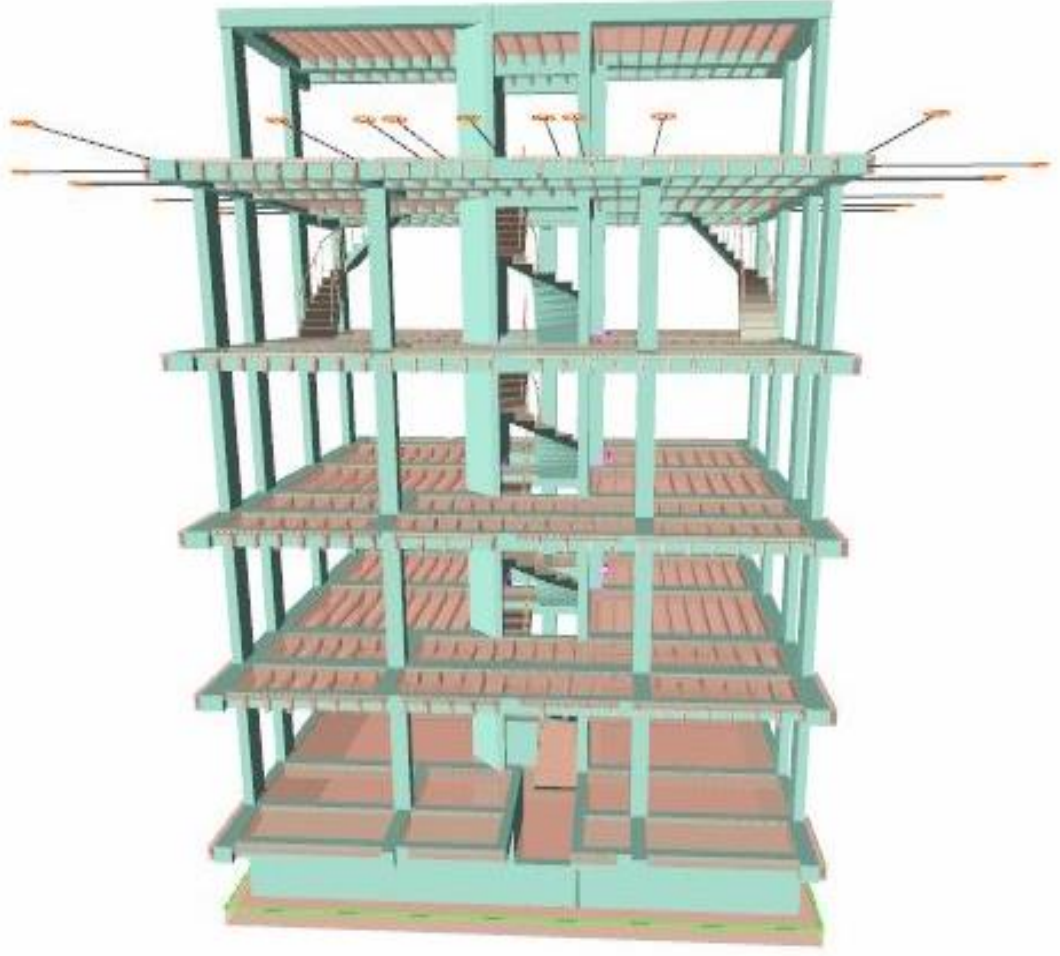
Şekil 5.6. Bina kodu B olan yapının modeli



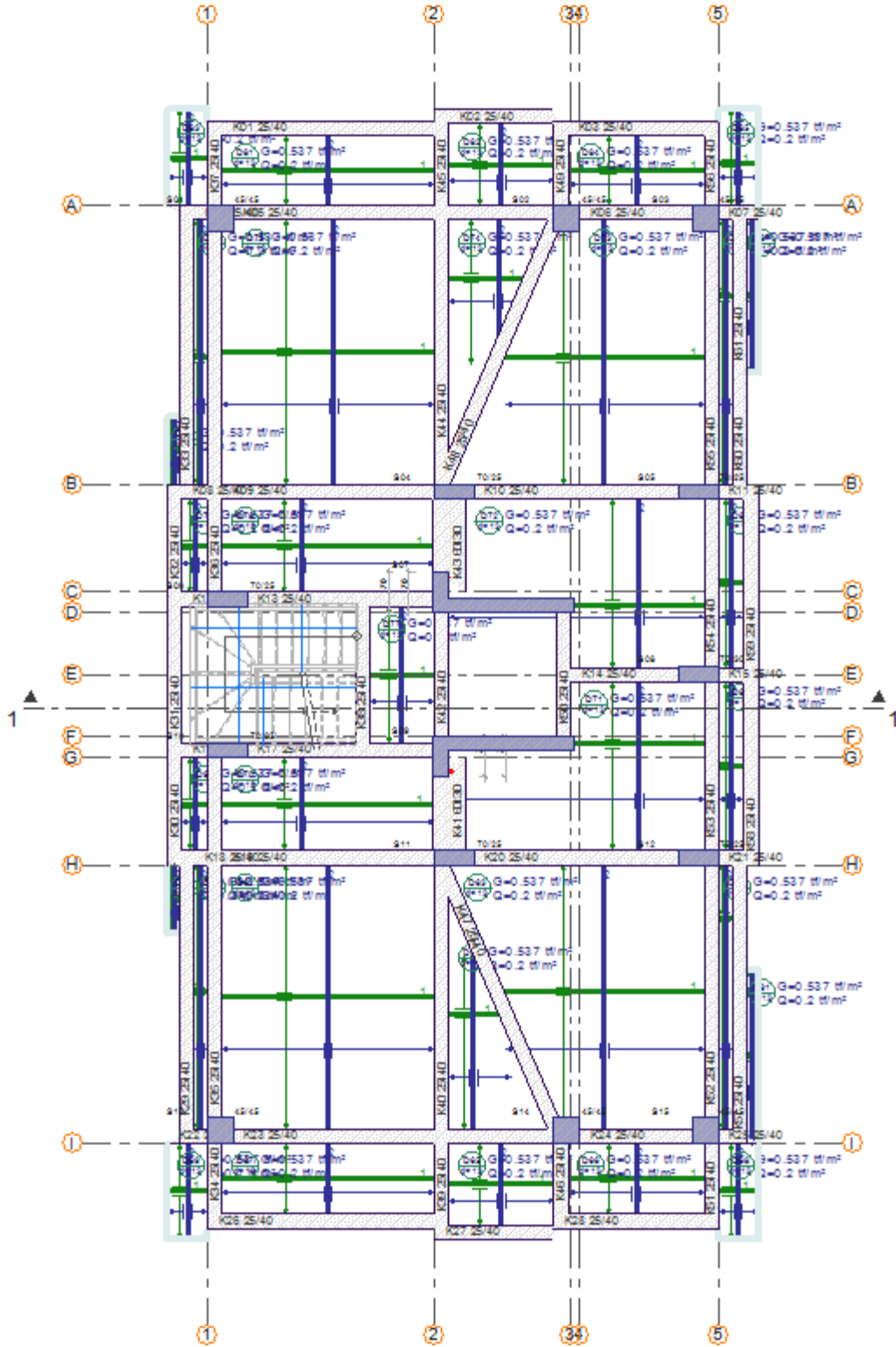
Şekil 5.7. Bina kodu C için plak döşemeli haline ait kalıp planı



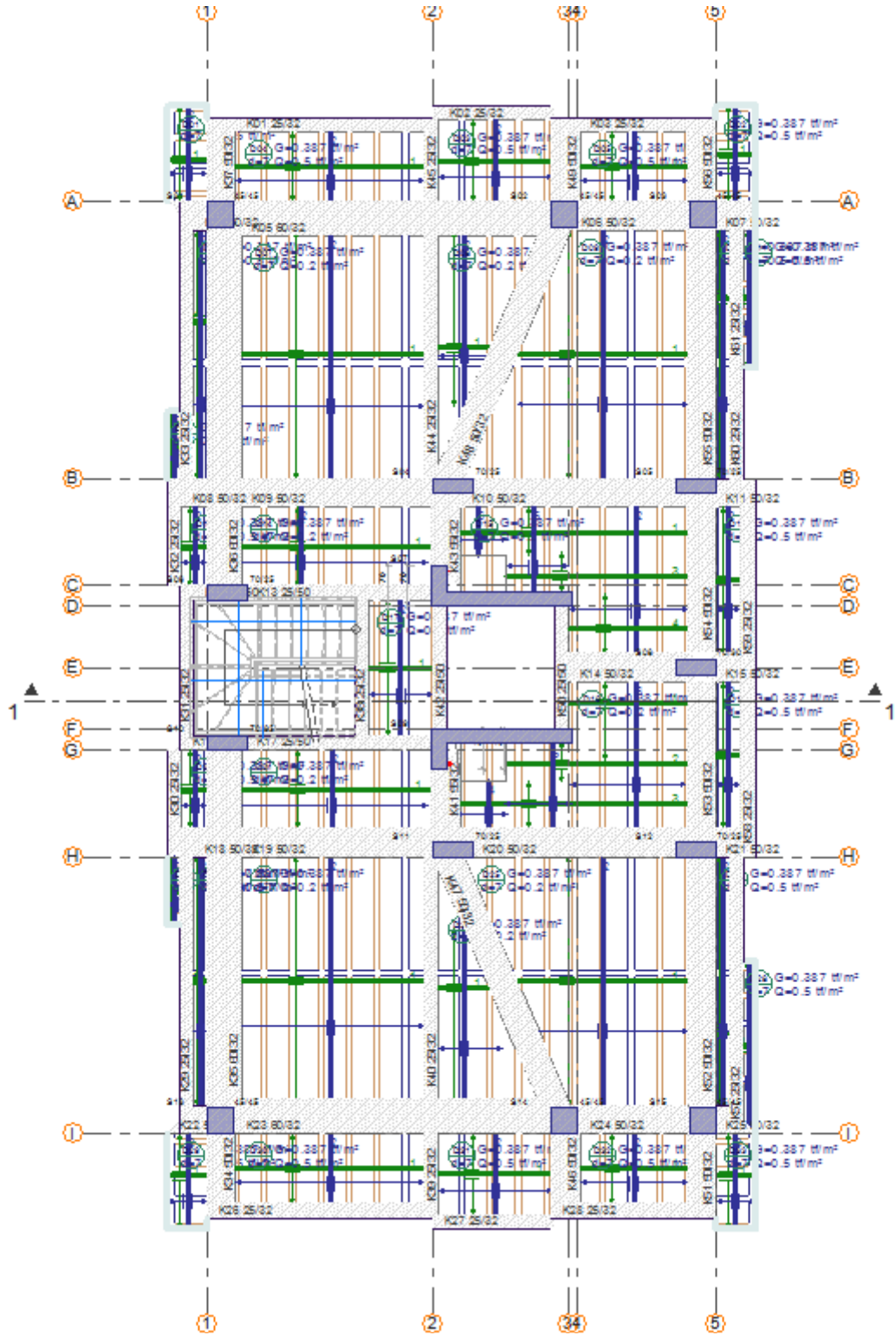
Şekil 5.8. Bina kodu C için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



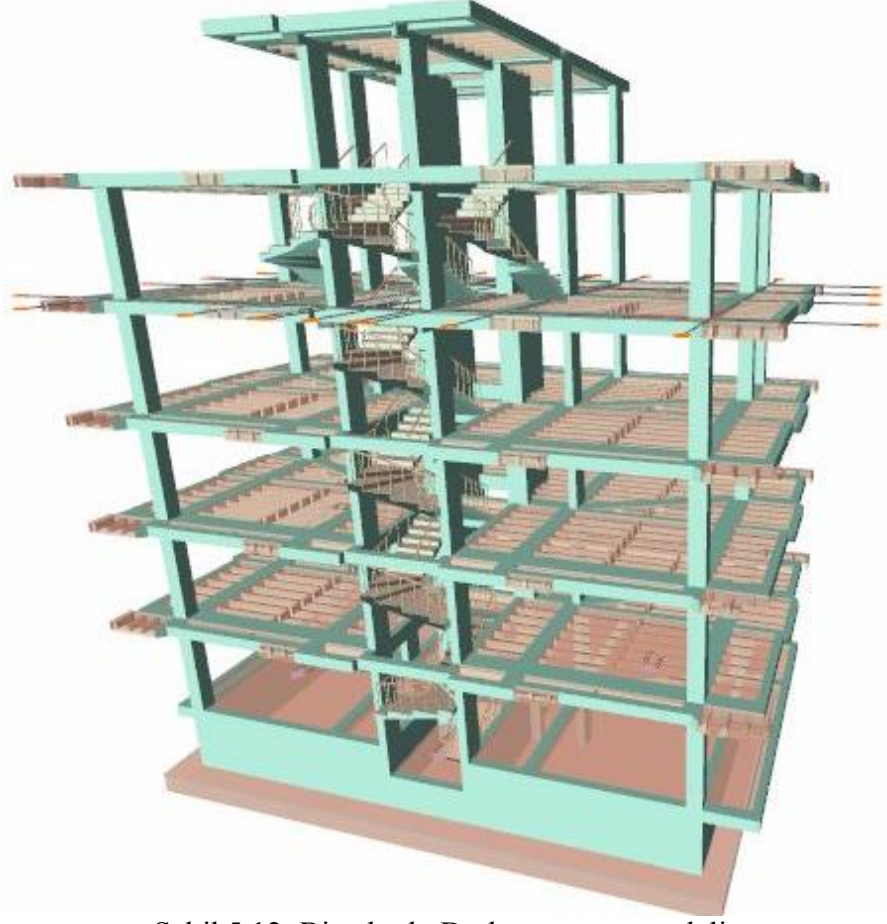
Şekil 5.9. Bina kodu C olan yapının modeli



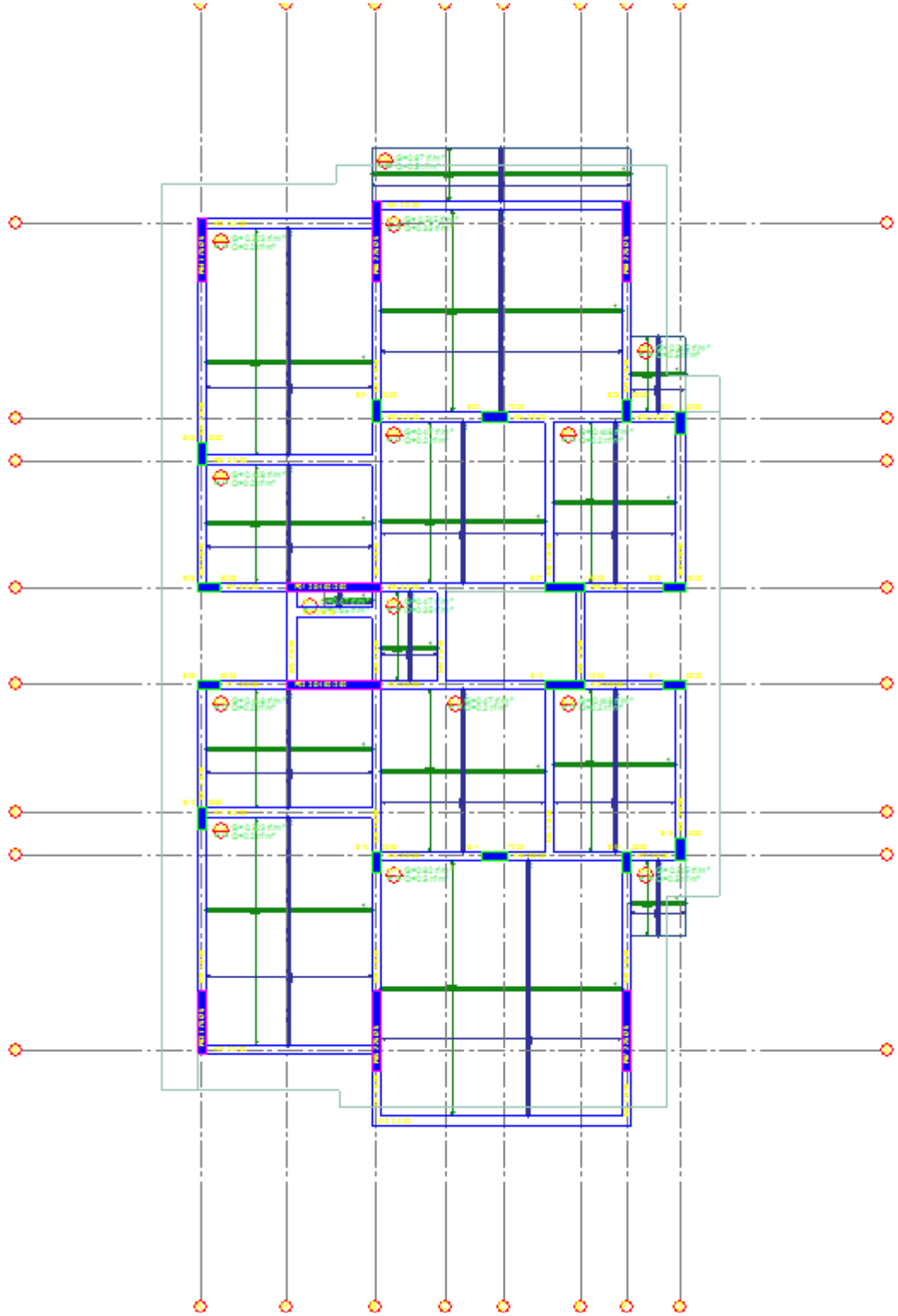
Şekil 5.10. Bina kodu D için plak döşemeli haline ait kalıp planı



Şekil 5.11. Bina kodu D için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı

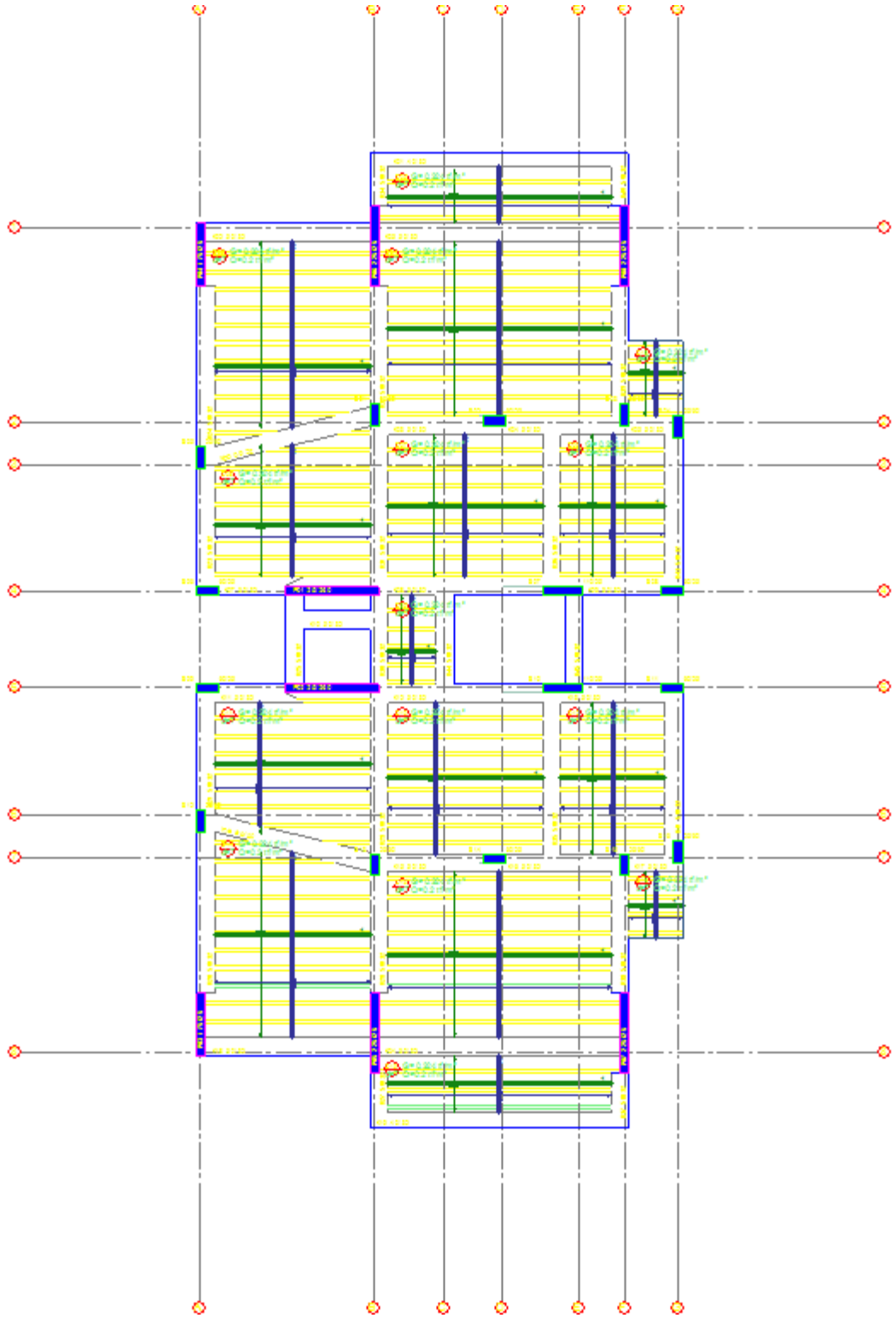


Şekil 5.12. Bina kodu D olan yapının modeli



Şekil 5.13. Bina kodu E için plak döşemeli haline ait kalıp planı

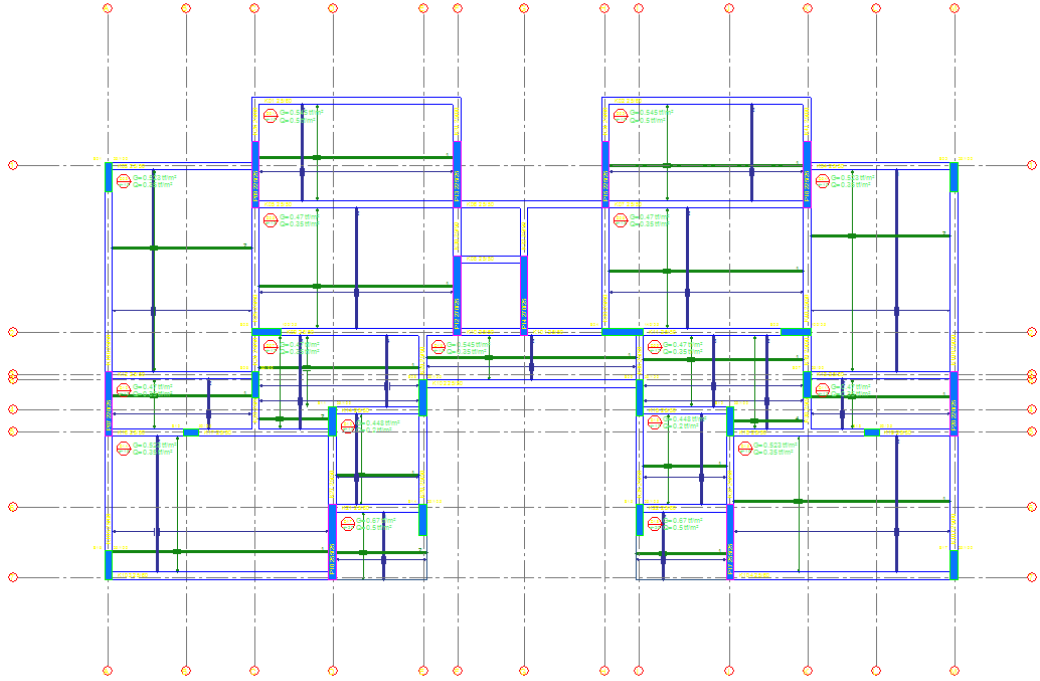




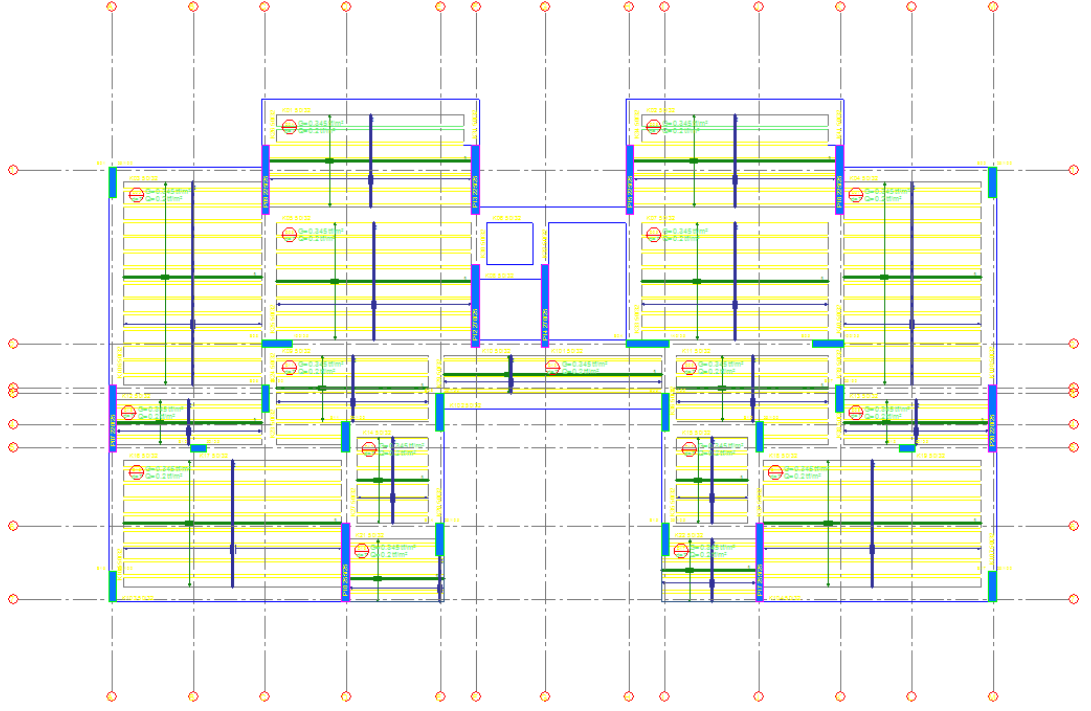
Şekil 5.14. Bina kodu E için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



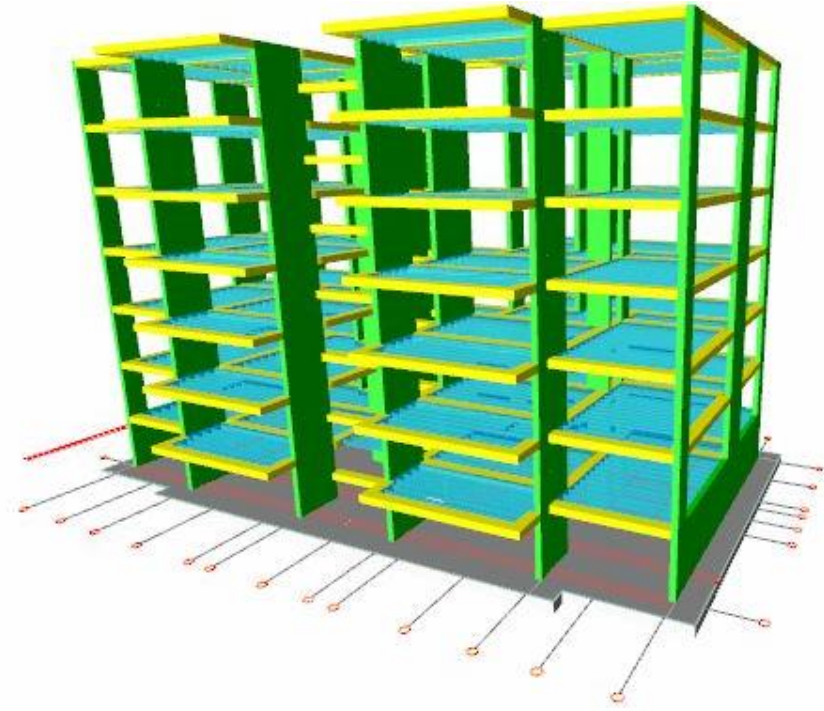
Şekil 5.15. Bina kodu E olan yapının modeli



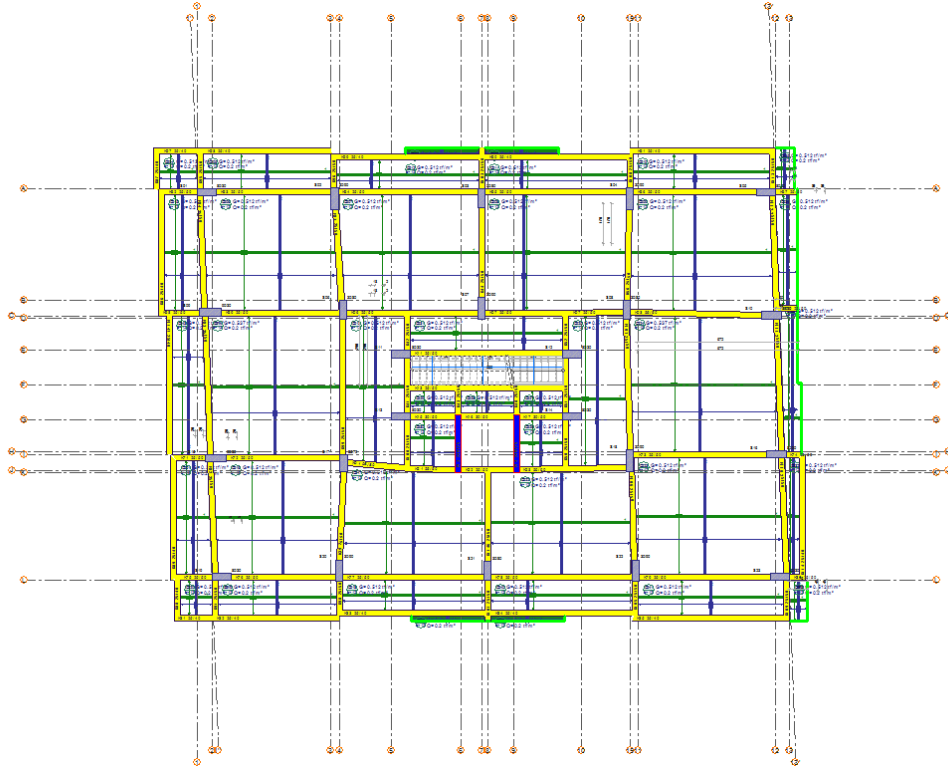
Şekil 5.16. Bina kodu F için plak döşemeli haline ait kalıp planı



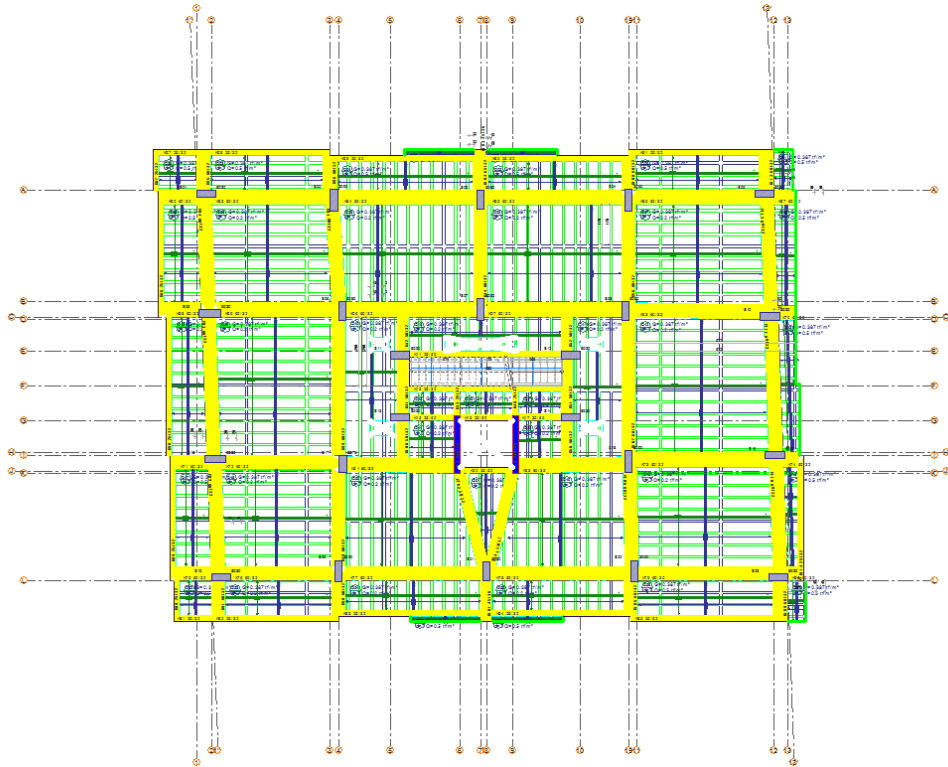
Şekil 5.17. Bina kodu F için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



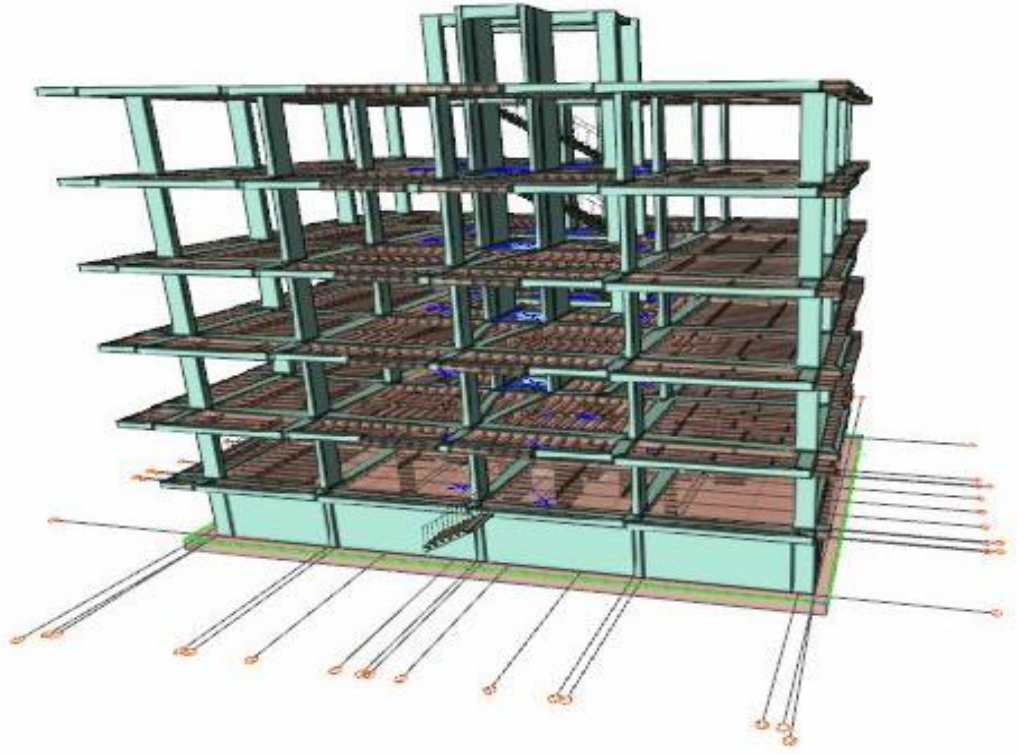
Şekil 5.18. Bina kodu F olan yapının modeli



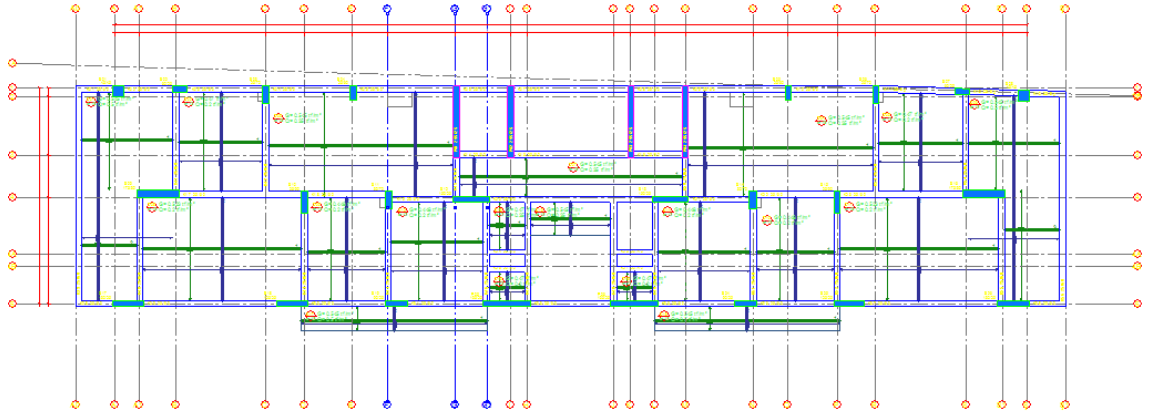
Şekil 5.19. Bina kodu G için plak döşemeli haline ait kalıp planı



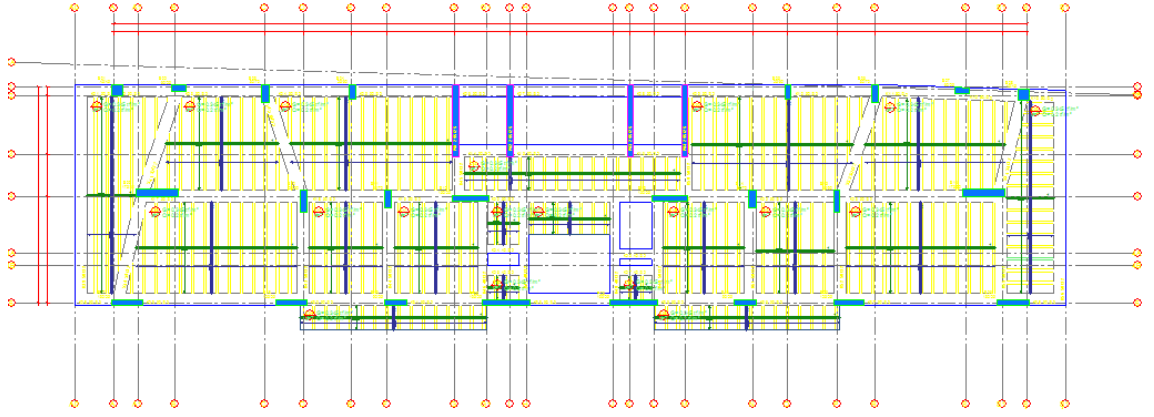
Şekil 5.20. Bina kodu G için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



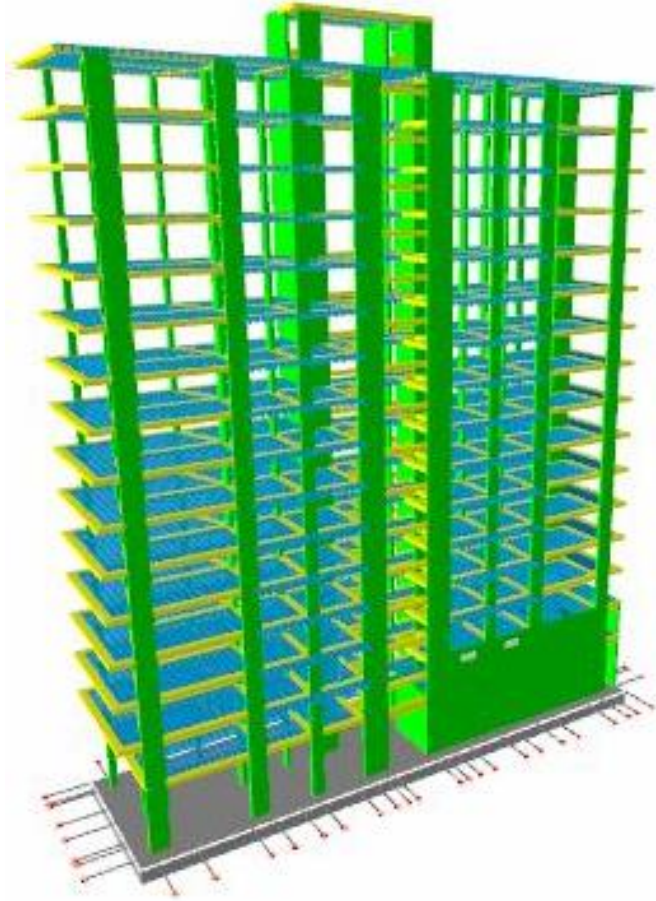
Şekil 5.21. Bina kodu G olan yapının modeli



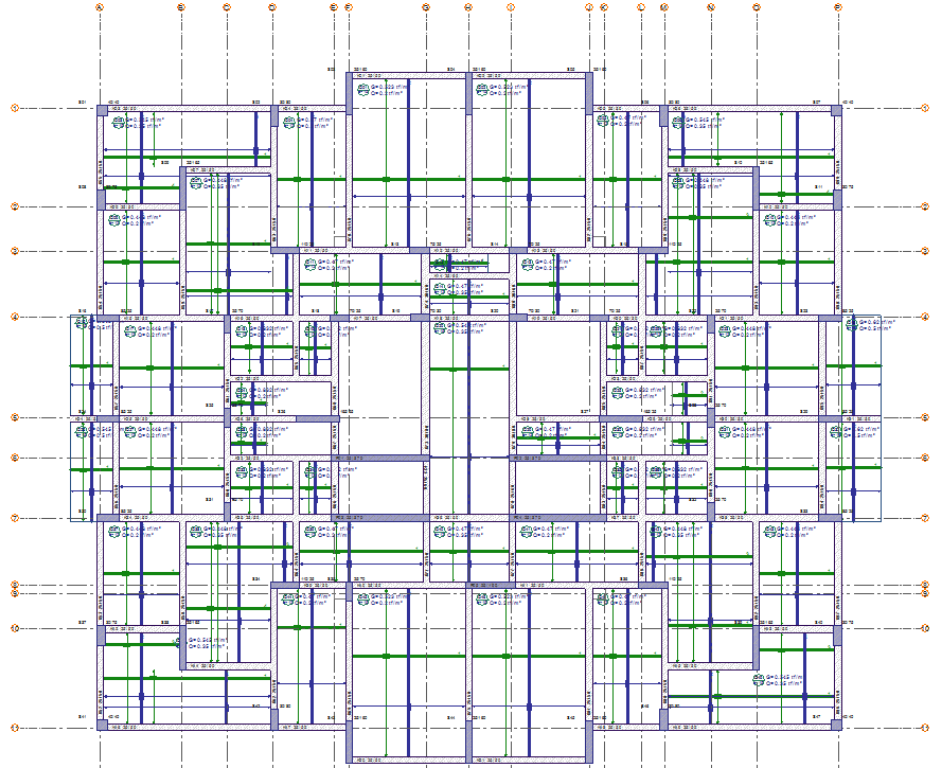
Şekil 5.22. Bina kodu H için plak döşemeli haline ait kalıp planı



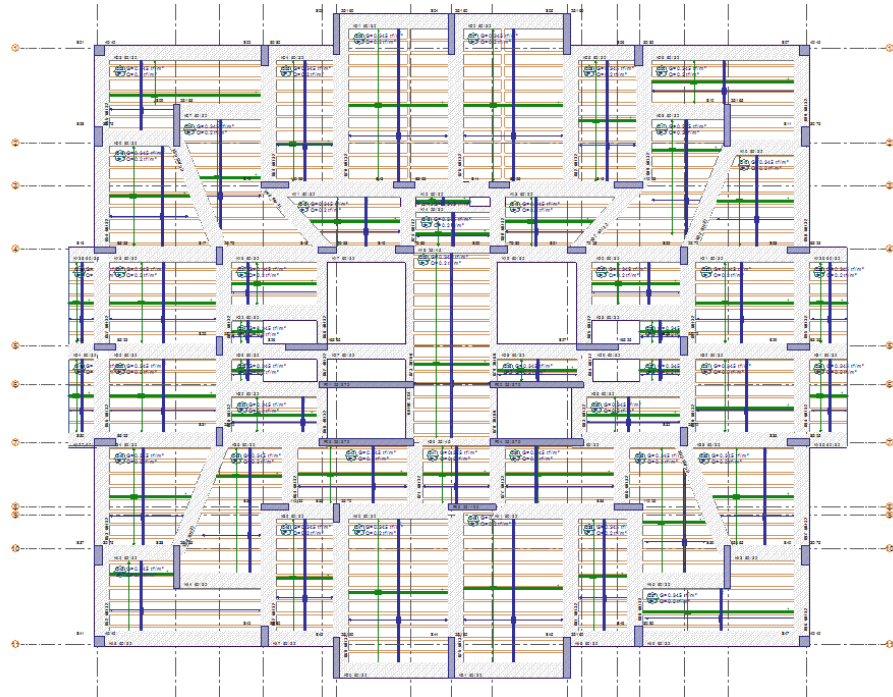
Şekil 5.23. Bina kodu H için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



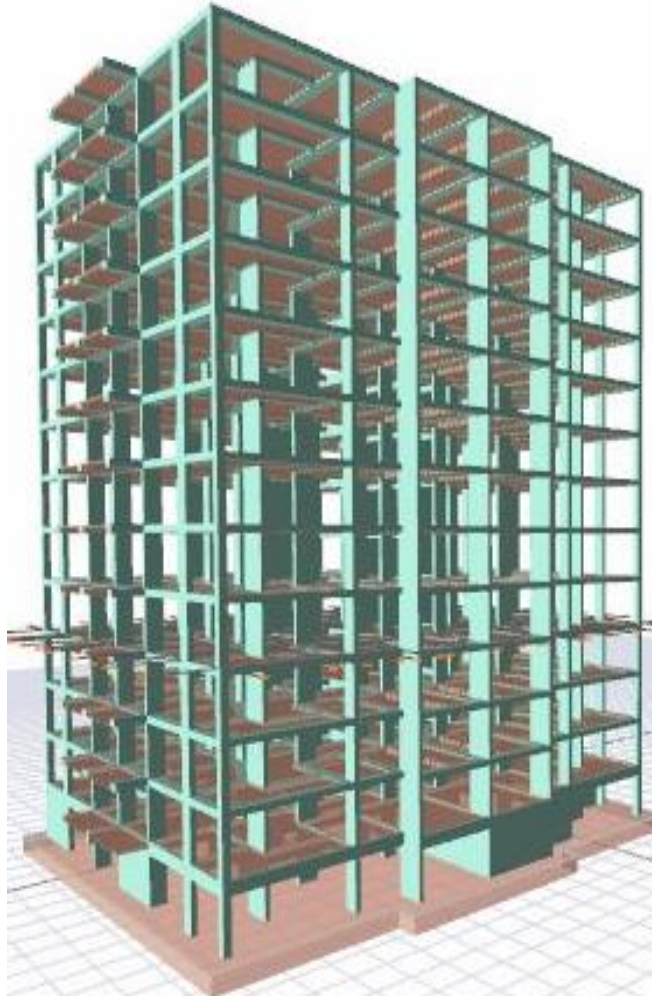
Şekil 5.24. Bina kodu H olan yapının modeli



Şekil 5.25. Bina kodu I için plak döşemeli haline ait kalıp planı

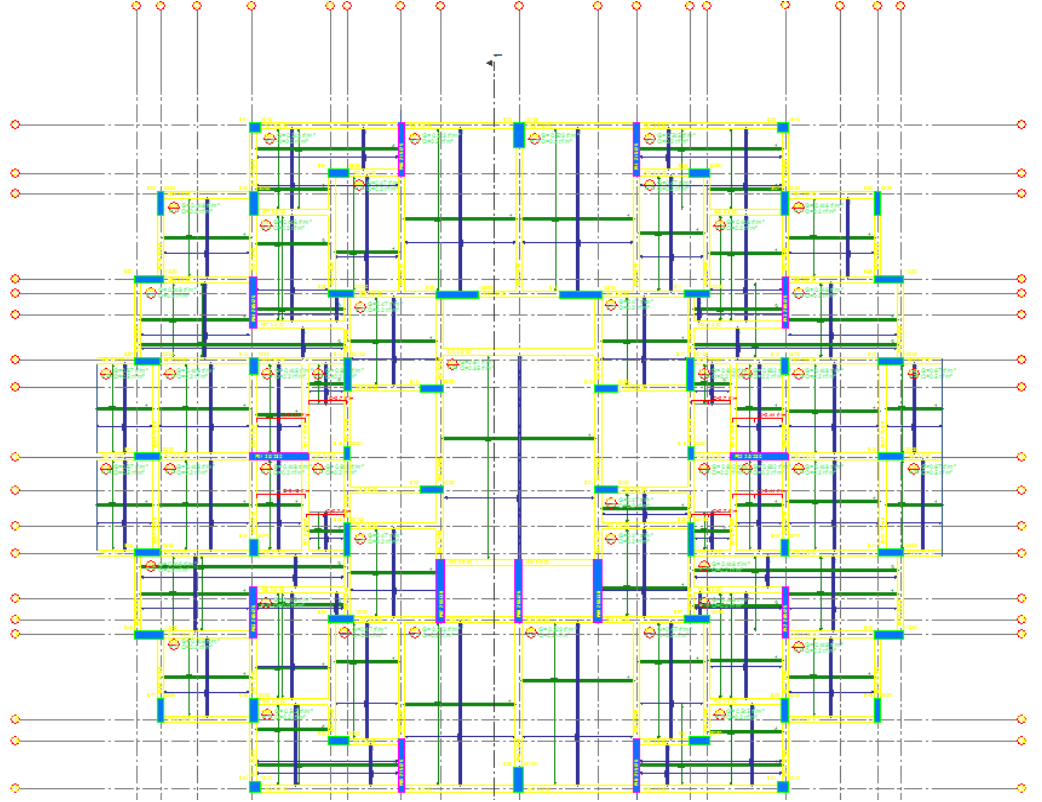


Şekil 5.26. Bina kodu I için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı

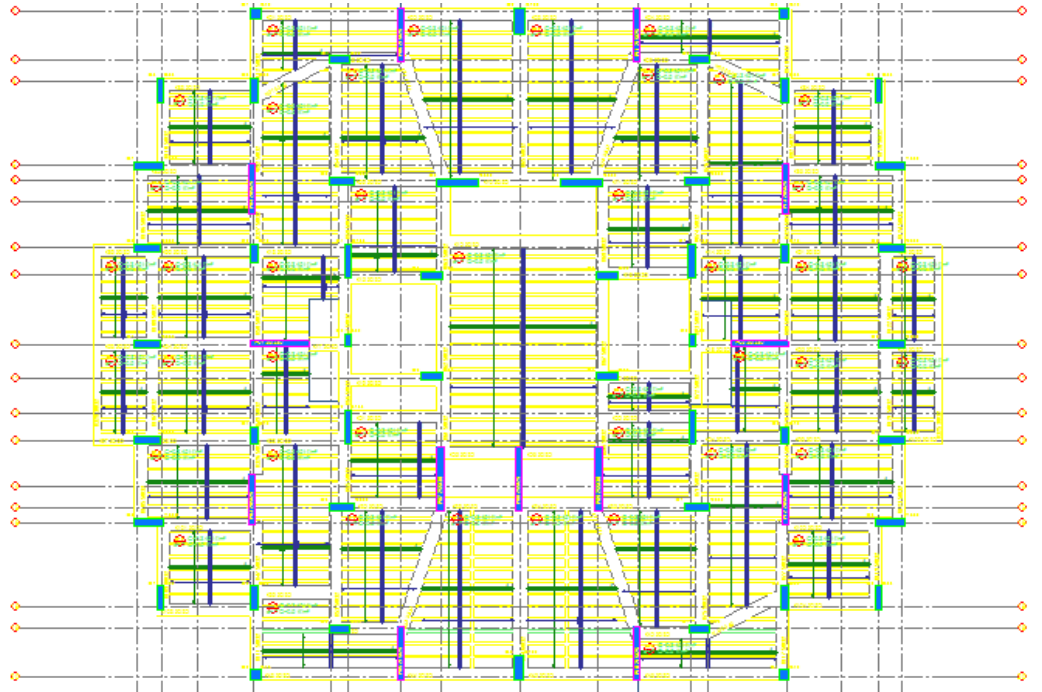


Şekil 5.27. Bina kodu I olan yapının modeli

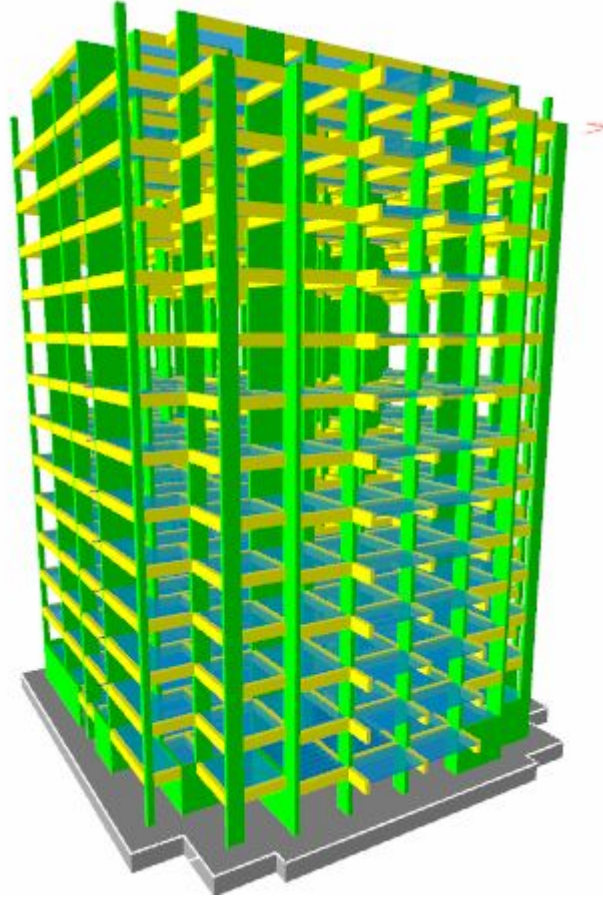




Şekil 5.28. Bina kodu J için plak döşemeli haline ait kalıp planı



Şekil 5.29. Bina kodu J için asmolen döşemeli haline ait kalıp planı



Şekil 5.30. Bina kodu J olan yapının modeli

## 5.2. Analiz Bilgileri

Seçilen yapıların asmolen ve plak döşeme tiplerinin dönüştürülmesiyle oluşan asgari maliyet farklarının karşılaştırılması bu çalışmada amaçlanmıştır. Dönüşümlerde plandaki boyutlar, kat yükseklikleri, malzeme özellikleri gibi diğer tüm değişkenler sabit tutulmuştur. Sadece döşeme tiplerinin dönüştürülmesi nedeniyle ortaya çıkan, standarda/yönetmeliğe göre taşıyıcı eleman kesit boyutlarındaki azaltılması/arttırılması gereken değişimlerin optimum ölçüde tutulmasına özen gösterilmiştir. Asmolen döşeme tasarımlarında dış yükseklikleri kiriş seviyesi ile sınırlandırılmış ve kenar kirişler yaygın olarak tercih edilen yastık kirişleri oluşturulmuştur. Asmolen dolgusu olarak piyasada yaygın olarak kullanılan ve hafif betondan üretilen 25cm×40cm×20cm ebatlarında briket tercih edilmiştir. İncelenen yapılarda beton güvenlik katsayısı 1,5, çelik güvenlik katsayısı 1,15 ve beton birim hacim ağırlığı 2,5 t/m<sup>3</sup> olarak dikkate

alınmıştır. Çizelge 5.1’de beton sınıfları görülen yapıların tümünün çelik sınıfı S420’dir. Analizlerde kullanılan deprem ve zemin parametreleri çizelge 1’deki gibidir.

Döşeme tiplerindeki maliyet farkını daha net ortaya konulması istendiğinden ve piyasada yaygın olarak kullanılan yapı stokları dört kat ve üstü projeler uygulanmasından dolayı, bu çalışmada çeşitli bölgelerde uygulanmış 4 kat ve üstü projeler seçilmiştir. Uygulamada yarısı asmolen yarısı da plak döşeme olarak tasarlanan toplam on adet yapıdan, 4 ve 6 katlı yapılardan üçer adet, 7, 13, 14, 16 katlı yapılardan da birer adet proje seçilmiştir. Daha sonra, mevcut projelere tamamen sadık kalınmış, diğer döşeme tipine dönüşümlerde yönetmeliğin öngördüğü kurallara göre düşey taşıyıcı eleman boyutlarında optimum değişikliklere gidilerek yapııştır. Böylece, seçilen her yapı (Şekil 5.1-30) için biri asmolen biri plak döşeme tipiyle tasarlanmış iki model oluşturulmuştur. Maliyet mukayesesinde dikkate alınan malzemelere ait birim fiyatlar Çizelge 5.2’de sunulmuştur. Bu birim fiyatlar daha önce parametrik çalışma için kullanılan birim fiyatlarla tamamen aynıdır.

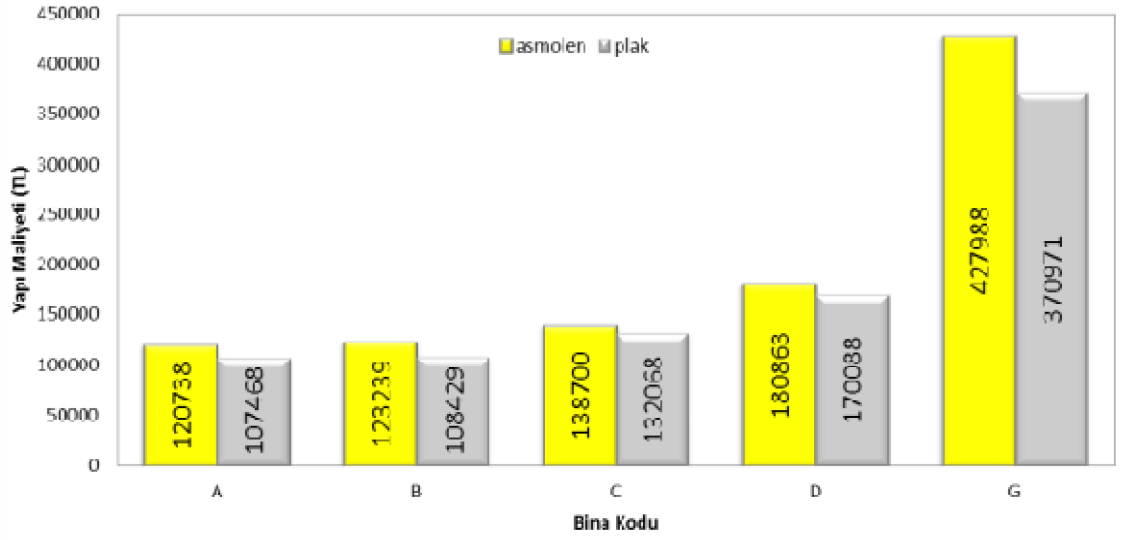
Çizelge 5.2. Yapı malzemelerinin hesaplarda kabul edilen fiyatları

<b>İnce Donatı</b>	<b>Kalın Donatı</b>	<b>Beton</b>	<b>Asmolen Briketi</b>	<b>Kalıp</b>	<b>İşçilik</b>
(TL/ton)	(TL/ton)	(TL/m <sup>3</sup> )	(TL/adet)	(TL/m <sup>2</sup> )	(TL/m <sup>3</sup> )
1350	1350	95	1	13	80

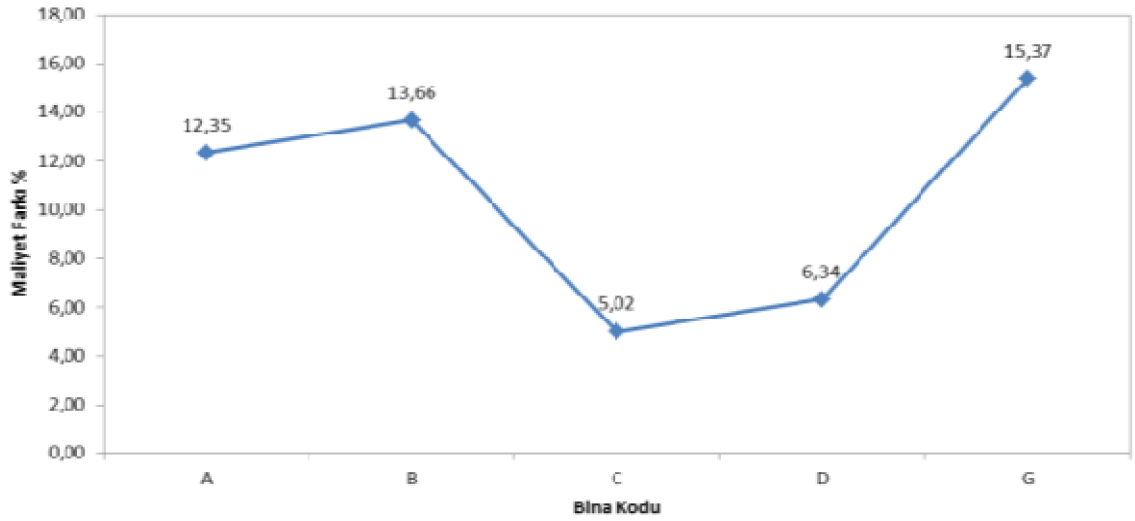
Yapı analizlerinde piyasada yaygın olarak kullanılan ideCAD (2015) yapı analizi ve tasarımı paket programı kullanılmıştır. Her bir model için analizler tekrarlanmış ve analiz sonucunda programın sunduğu metraj bilgileri, Çizelge 5.2’de kabul edilen birim fiyatlarla çarpılarak yapı maliyetleri elde edilmiştir.

### **5.3. Analiz Sonucu Elde Edilen Maliyet Mukayeseleri**

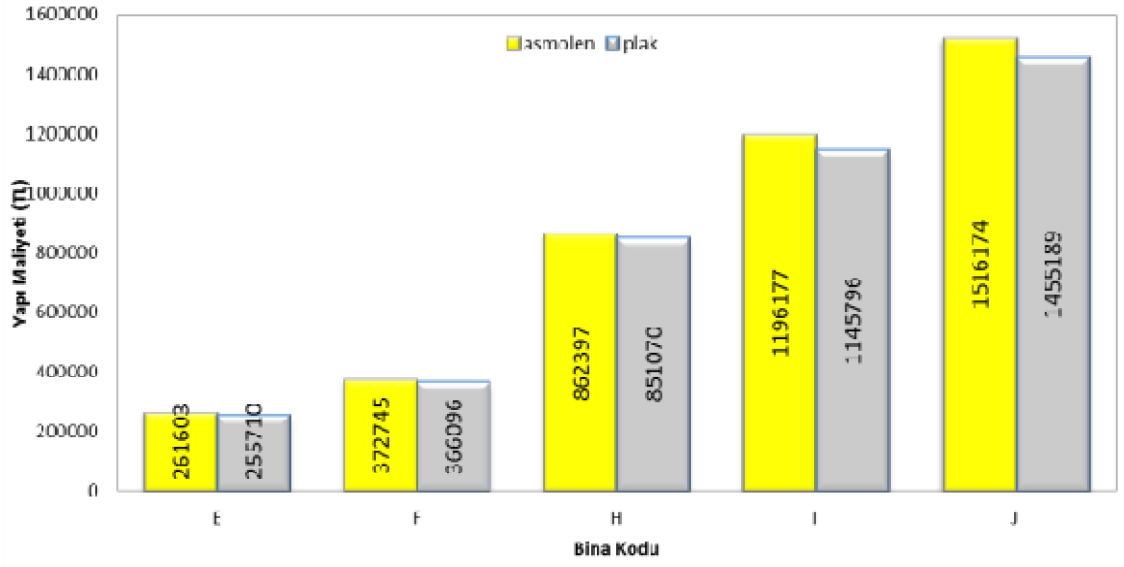
Her iki döşeme türlerinin analizinden elde edilen maliyet mukayesesinde; mevcut uygulama projesinde döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen yapılara ait sonuçlar Şekil 5.31 ve Şekil 5.32’de, projesinde döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen yapılara ait sonuçlar Şekil 5.33 ve Şekil 5.34’te, tüm yapılara ait sonuçları içeren grafikler ise Şekil 5.35 ve Şekil 5.36’da sunulmuştur.



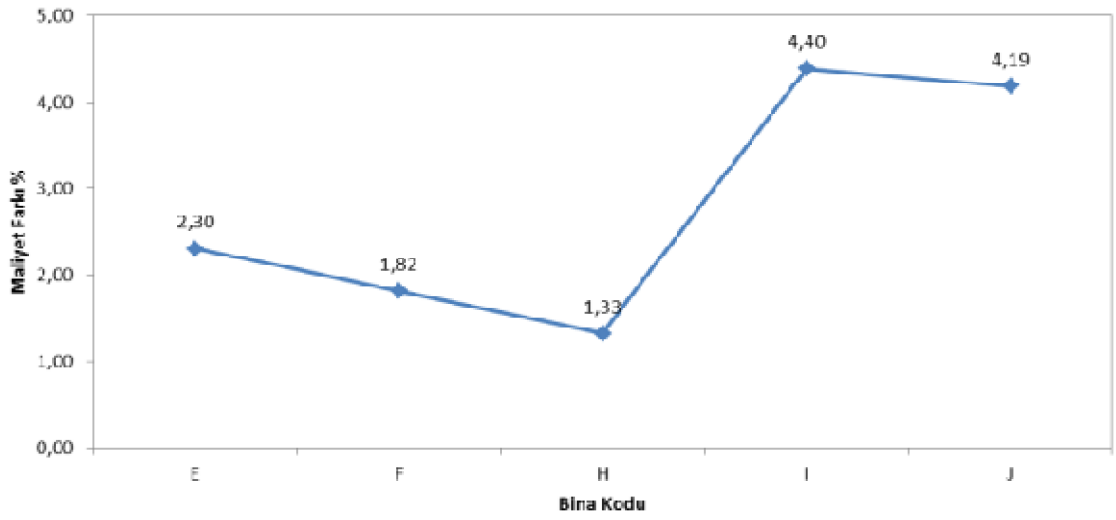
Şekil 5.31. Döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen binalara ait maliyetler



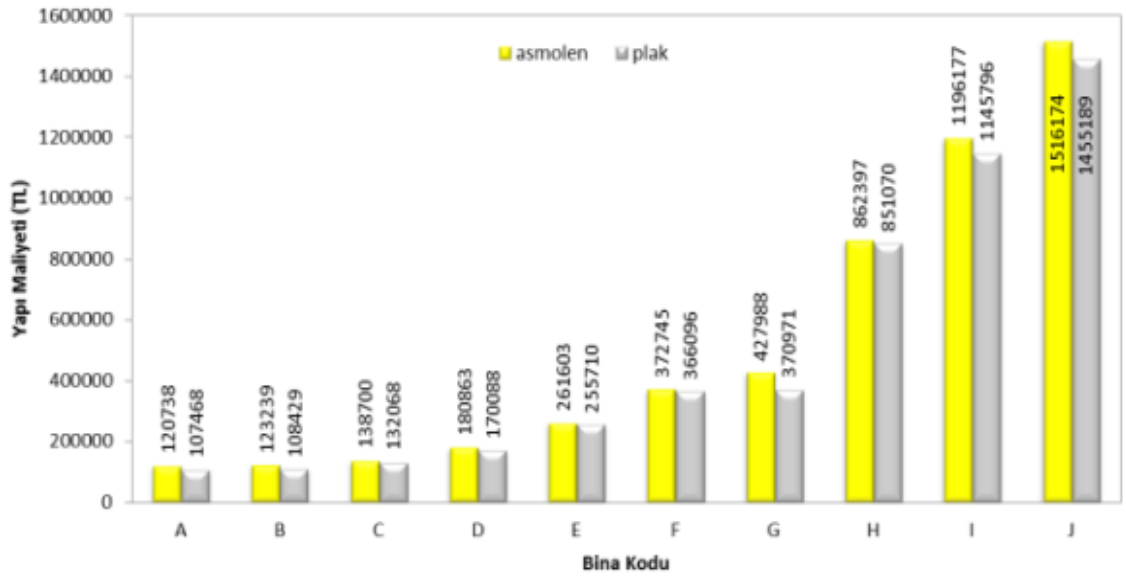
Şekil 5.32. Döşemesi asmolen olup plak döşemeye dönüştürülen yapılarda asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları



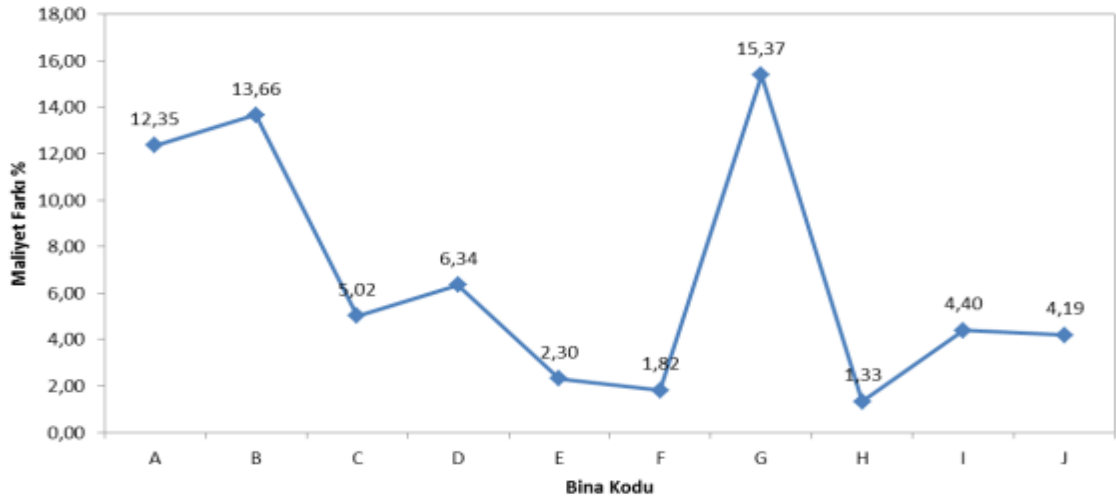
Şekil 5.33. Döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen binalara ait maliyetler



Şekil 5.34. Döşemesi plak olup asmolen döşemeye dönüştürülen yapılarda plak döşemenin asmolen döşemeye göre maliyet fazlalık oranları

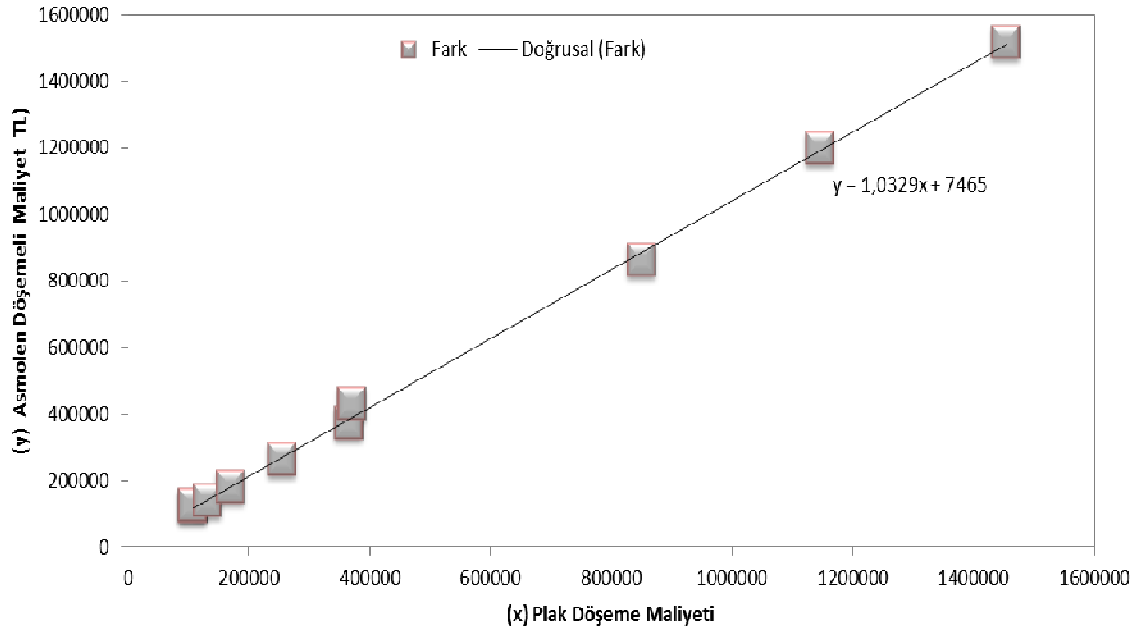


Şekil 5.35. Seçilen tüm binalara ait maliyetler



Şekil 5.36. Seçilen tüm yapılarda asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet fazlalık oranları

Seçilen tüm yapılar için asmolen döşeme tasarımına bağlı maliyet artışı doğrusal eğrileri Şekil 5.37'de gösterilmiştir.



Şekil 5.37. Asmolen döşemenin plak döşemeye göre maliyet değişimini gösteren doğrusal eğri

#### 5.4. Gerçek Yapıların Maliyet Analizlerinden Elde Edilen Bulgular

Bu çalışmada yarısı asmolen diğer yarısı plak olarak tasarlanmış ve uygulanmış toplam on yapı seçilmiştir. Sadece mevcut döşeme sistemi değiştirilerek oluşan kar/zarar etkisi incelenmiştir. Yapılan yirmi analizin metrajlarından elde edilen mukayese sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir;

Seçilen tüm yapı tiplerinin analizinde asmolen döşemeler plak döşemelere göre %1,33-15,37 oranlarında daha fazla maliyete neden olduğu görülmüştür.

Tasarımda asmolen olan döşemenin plak döşemeye dönüştürülme neticesinde; asmolen döşemenin plak döşemeye göre %5,02-15,37 oranlarında, plak döşemenin asmolen döşemeye dönüştürüldüğü diğer durumda ise; asmolen döşemenin plak döşemeli hale göre %1,33-4,40 oranlarında fazla maliyete neden olduğu görülmüştür. Her iki durumda da asmolen döşemeli tasarımın yapı maliyeti fazladır. Ancak, ikinci durumdaki oran ilkine göre daha düşüktür. Uygulamada plak döşemeli olarak tasarlanmış ve inşa edilmiş yapıların, asmolen döşemeye dönüştürüldüğü birinci durumda asmolen döşeme maliyet fark oranları düşüktür (%1,33-4,40). Bu durum, tasarımcıların plak döşeme olarak yaptıkları tasarımlarda, kesit boyutlarını yeterli

güvenlik boyutlarının üstünde tercih etmelerinden kaynaklandığını göstermektedir. Öte yandan, uygulamada asmolen döşemeli olarak tasarlanmış ve inşa edilmiş yapıların, plak döşemeye dönüştürüldüğü ikinci durumda asmolen döşeme maliyet fark oranları birinci duruma göre daha yüksektir (%5,02-15,37). Bu durum, tasarımcıların asmolen döşeme olarak yaptıkları projelerde, maliyeti düşürebilmek için kesit boyutlarını asgari ve yeter güvenlik düzeyine çekerek tasarımı tercih ettiklerini göstermektedir.



## 6.ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu çalışmada, plak ve asmolen döşeme tiplerinin yapı maliyetine etkisi, hem parametrik olarak hem de tasarlanmış gerçek yapılar üzerinde incelenmiştir. Yapılan çok sayıdaki analizin metrajlarından elde edilen mukayese sonuçları aşağıda değerlendirilmiştir;

Hem parametrik hem de gerçek yapılar üzerinde yapılan incelemelere göre asmolen döşeme tipinde yapılan yapı tasarımları, kirişli plak döşeme tipinde yapılan yapı tasarımlarına göre daha fazla maliyete neden olmaktadır.

Dikkate alınan parametrik çalışmada, iki ile dört açıklık arası 10 kata kadar deđerŐen model sonuçlarına göre; asmolen döşemenin plak döşemeye göre %10,49-21,93 oranında fazla maliyete neden olduğu tespit edilmiştir.

Tasarlanmış gerçek yapılar açısından yapılan çalışma sonucun göre; asmolen döşemenin, plak döşemeye göre %1,33-15,37 oranında fazla maliyete neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu oranlara dikkat edildiğinde tasarımcıların, yapılarını plak döşemeli tipte projelendirirken taşıyıcı sistem boyutlarını gerekli ve yeterli boyutların üstünde tasarlarken (asmolen farkı %1,33-4,40), asmolen döşemeli tipte projelendirirken maliyeti düşürebilmek için taşıyıcı sistem boyutlarını asgari ve yeter güvenlik düzeyinde tasarımı (asmolen farkı %5,02-15,37) tercih ettikleri söylenbilir.

## KAYNAKLAR

- Akyol, B. and Bikçe, M., 2016. Parametric Study by Construction Cost of the Impact of the Slab Types. **1<sup>st</sup> International Mediterranean Science and Engineering Congress**, 1:1136-1142, Adana/Turkey.
- Anonim, 2014. <http://forum.yapisal.net/dosemeler/30472-asmolen-doseme-plak-doseme-maliyet-farki.html>. Erişim tarihi: 10.02.2015
- Anonim, 2007. Döşemeler. <http://odevlertezler.blogcu.com/dosemeler/1113609>.Erişim tarihi: 30.12.2016
- Aygün, H., 2007. Farklı Döşeme Sistemlerine Sahip Çok Katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışlarının İncelenmesi. **İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi**. İstanbul, p. 76.
- Ayyıldız, D., 2009. Deprem ve Döşeme Parametrelerinin Yapı Maliyetine Etkilerinin Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılarak İncelenmesi, **KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**. Trabzon, p. 51.
- Çelikkollu, A., 2016. <http://www.insaathaber.org/asmolen-doseme-disli-doseme/>. Erişim tarihi: 31.12.2016
- DBYBHY (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara.
- Ersoy, U., 1995. **Betonarme 2**. Evrim Yayınevi, İstanbul, p. 253.
- ideCAD v8, 2015. <http://idecad.com.tr/>. Erişim tarihi: 10.02.2015
- Punmia, B.C., 2005. Building Construction, **Laxmi Publication**, New Delhi, p. 847.
- TS-500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Topçu, A., 2016. Betonarme II, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, [http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index\\_dosyalar/Dersler/Betonarme2/Sunular/Betonarme\\_2\\_5.pdf](http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Dersler/Betonarme2/Sunular/Betonarme_2_5.pdf). Erişim tarihi: 15.12.2016

## ÖZGEÇMİŞ

Bünyamin Akyol, 1990 yılında Seyhan'da doğdu. İlköğretimini Namık Kemal İlkokulu'nda, lise öğrenimini ise İskenderun Lisesi'nde tamamladı. 2009 yılında kazandığı Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında mezun oldu. 2014 yılında M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2016'da Mevsim İnşaat'da şantiye şefi olarak göreve başlamış olup, halen görevine devam etmektedir.